

QUẢN LÝ CHUỖI THỨC ĂN TỰ NHIÊN TRONG NUÔI CÁ EO NGÁCH BẰNG MÔ HÌNH ECOPATH

Vũ Cẩm Lương¹

ABSTRACT

This study was conducted at Truong Dang Cove in Tri An Reservoir with an extensive polyculture system of marble goby, common carp, silver carp, bighead carp and grass carp. An attempt to construct a steady-state model was made using the Ecopath 5.0 approach and software to average the trophic flows and biomasses over the production period. In application aspect, a steady-state model for a rapidly developing culture system should be possibility and reality to saving the time and input data. In this model, the energy flows of terrestrial plant, detritus, phytoplankton, periphyton, zooplankton, benthos, small wild fish, prawns, and five cultured fish species were quantified. This study demonstrated that the cove's natural food web and fish stocking densities can be managed by Ecopath model.

Keywords: Ecopath, natural food web, cove culture

Title: Ecopath modeling for natural food web management in cove aquaculture

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện tại eo ngách Trường Đàng ở hồ chứa Trị An qua mô hình nuôi ghép quảng canh cá bóng tượng với cá chép, mè trắng, mè hoa và trắm cỏ. Một mô hình Ecopath tĩnh đại diện trung bình các tháng nuôi trong năm của eo ngách Trường Đàng được xây dựng bằng phần mềm Ecopath 5.0. Ở mức độ ứng dụng, việc xây dựng các mô hình tĩnh trong một hệ thống nuôi động là giải pháp khả thi với nhiều ưu điểm như tiết kiệm thời gian và lượng dữ liệu đầu vào. Trong mô hình này, dòng chảy năng lượng của thực vật bán ngập, mùn bã hữu cơ, phù du sinh thực vật, tảo bám, phù du sinh động vật, động vật đáy, cá nhỏ tự nhiên, tép và năm loài cá nuôi đã được khảo sát. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc quản lý chuỗi thức ăn tự nhiên và mật độ thả các loài cá trong hệ thống nuôi eo ngách có thể được thực hiện qua mô hình Ecopath.

Từ khóa: Ecopath, chuỗi thức ăn tự nhiên, nuôi eo ngách

1 GIỚI THIỆU

Nuôi thủy sản eo ngách ở hồ chứa Trị An khởi nguồn từ hình thức chắn lưới ngăn các vùng bán ngập ven hồ để thả cá vào thập niên 90. Hình thức nuôi này đã phát triển mạnh vào giai đoạn 1999-2000 với 17 eo ngách đã được cấp phép trên tổng số hơn 27 eo ngách được xem là có tiềm năng phát triển nuôi cá. Với diện tích trung bình của mỗi eo ngách từ vài ha đến hàng trăm ha, hình thức nuôi ghép và nuôi quảng canh thường được áp dụng cho các mô hình này. Những loài cá như chép, trôi, mè hoa, mè trắng, rô phi, trắm cỏ ... thường được thả nuôi để tận dụng nguồn thức ăn tự nhiên có trong thủy vực, trong khi thức ăn bổ sung và bón phân gây màu nước là những khái niệm xa lạ trong mô hình này. Theo Luong (2000), nuôi cá eo ngách chắn lưới có nhiều ưu điểm như tận dụng nguồn thức ăn tự nhiên phong phú của vùng bán ngập ven hồ, chi phí đầu tư trên tổng diện tích nuôi tương đối thấp, dễ thu hoạch khi nước rút và là phương thức nuôi thân thiện với môi trường. Tuy nhiên, theo Luong *et al.* (2002), các bậc dinh dưỡng trong phương thức nuôi truyền thống còn khá nghèo nàn, bên cạnh giá trị thấp của các loài cá thả nuôi đã làm giảm tính hiệu quả của mô hình này.

Trong nỗ lực làm gia tăng giá trị lợi nhuận cho nuôi cá eo ngách, cá bóng tượng đã được thả nuôi ghép trong eo ngách với kết quả làm gia tăng lợi nhuận lên gấp 10,4 lần so với

¹ Khoa Thủy sản, Đại học Nông Lâm TP HCM

cùng mô hình nuôi không ghép cá bồng tượng (Luong *et al.*, 2005). Bên cạnh tính ưu việt của mô hình nuôi quảng canh cá bồng tượng trong các eo ngách, nhiều câu hỏi lớn còn tồn tại: (1) liệu nguồn thức ăn tự nhiên trong các eo ngách có phù hợp với mật độ thả cá; và (2) đâu là công thức thả ghép phù hợp nhất để tận dụng tốt nguồn thức ăn tự nhiên sẵn có? Nghiên cứu này do vậy được thực hiện tại eo ngách Trường Đàng ở hồ chứa Trị An nhằm bước đầu giới thiệu phần mềm ứng dụng ECOPATH như là một công cụ phân tích và quản lý chuỗi thức ăn tự nhiên để nâng cao tính hiệu quả trong nuôi cá eo ngách. Mặc dù mô hình ECOPATH đã được xây dựng trên nhiều hệ sinh thái khác nhau trong tự nhiên (Christensen và Pauly, 1993), việc xây dựng mô hình này cho các hệ thống nuôi ghép đa cấp bậc dinh dưỡng là một hướng đi mới trong việc mở rộng ứng dụng thực tiễn của mô hình.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Khảo sát sinh khối và năng suất chuỗi thức ăn tự nhiên

Nghiên cứu được tiến hành ở eo ngách Trường Đàng từ tháng 6 năm 2002 đến tháng 5 năm 2003. Diện tích và thể tích hàng tháng của eo ngách được tính toán bằng phần mềm SUFFER, dựa vào bản đồ eo ngách được đo bằng máy echo sounder. Số liệu này được dùng để chuyển đổi trọng lượng khô gDW/m^3 sang gDW/m^2 . Có 9 vị trí thu mẫu được bố trí trong eo ngách, mỗi vị trí mẫu được thu với 3 lần lặp lại.

Sinh khối của tảo được đo qua lượng Chlorophyll-a nhân cho 67, với ước tính Chlorophyll-a chiếm 1,5% trọng lượng khô của tảo (Creitz và Richards, 1955). Năng suất sinh học sơ cấp của tảo được đo bằng phương pháp diurnal curve cải tiến (Welch, 1968) và được tính bằng trọng lượng khô của chất hữu cơ ($gDW/m^2/vụ$), trong đó mgO_2/L được đổi sang mgC/L bằng cách nhân với 0,375, và đổi tiếp trọng lượng C sang trọng lượng khô bằng hệ số chuyển đổi 0,35 dựa theo Raymont *et al.* (1966).

Mẫu phiêu sinh động vật được thu hàng tháng với 50-L nước hồ lọc qua lưới 65 micron cho mỗi vị trí. Mẫu được đếm, phân loại theo nhóm và đo kích cỡ, sau đó ước tính sinh khối bằng các phương trình hồi qui chiều dài – trọng lượng (Dumont *et al.*, 1975 và McCauley, 1984). Năng suất phiêu sinh động vật được ước tính bằng phương pháp size-frequency (Hamilton, 1969).

Tảo bám được thu mẫu hàng tháng qua các giá thể bằng lam kính (kích thước 25 x 75 mm) nhúng thẳng vào nước. Sau đó tảo bám được khử khỏi giá thể và đo Chlorophyll-a (APHA, 1985 và Azim, 2001). Diện tích giá thể trong thủy vực được ước tính qua diện tích bề mặt của cây Mai Dương khô sau mùa ngập nước, và sinh khối của tảo bám được tính trên đơn vị diện tích mặt nước (Pieczyńska, 1968). Năng suất tảo bám được tính bằng lượng sinh khối tích lũy ở giá thể trên đơn vị thời gian (APHA, 1985).

Động vật đáy và tép được thu mẫu bằng gàu Ekman có diện tích miệng 225 cm^2 , sau đó phân loại và xác định trọng lượng khô ở 105°C . Đối với các loài có vỏ cứng được nung thêm ở 550°C trong 4 giờ để khử chất hữu cơ, rồi tính ngược lại trọng lượng khô của chất hữu cơ (Wetzel và Likens, 1979). Năng suất của động vật đáy và tép không được đo trực tiếp, mà được ước tính bằng phần mềm Ecopath.

Trọng lượng cá nuôi (bồng tượng, chép, mè trắng, mè hoa và trắm cỏ) và cá tự nhiên nhỏ trong eo được ghi nhận ở thời điểm thả cá và thu hoạch cá. Năng suất cá nuôi được tính bằng hiệu số trọng lượng khi thu hoạch và khi thả cá, trong khi năng suất cá tự nhiên được ước lượng bằng phần mềm Ecopath.

Mẫu mùn bã hữu cơ ở nền đáy được thu ở 5-cm lớp đất mặt từ tháng 6-2002 đến tháng 7-2002, và 5-cm lớp bùn mặt từ tháng 8-2002 đến 5-2003. Phương pháp tro khô được dùng để xác định lượng chất hữu cơ của chất đáy (Boyd, 1995).

2.2 Xây dựng mô hình Ecopath

Một mô hình Ecopath tính đại diện trung bình các tháng nuôi trong năm của eo ngách Trường Đàng được xây dựng bằng phần mềm Ecopath 5.0 (Christensen *et al.*, 2000). Ở mức độ ứng dụng, việc xây dựng các mô hình tính trong một hệ thống nuôi động là một giải pháp khả thi với nhiều ưu điểm về sự tiết kiệm thời gian và lượng dữ liệu đầu vào (Pauly *et al.*, 1993). Trong mô hình này, dòng chảy năng lượng của thực vật bán ngập, mùn bã hữu cơ, phiêu sinh thực vật, tảo bám, phiêu sinh động vật, động vật đáy, cá nhỏ tự nhiên, tép và năm loài cá nuôi đã được khảo sát. Các dữ liệu chính của Ecopath bao gồm:

- Sinh khối trung bình (B) tính bằng gDW/m² là giá trị trung bình của các tháng nuôi.
- Tỷ lệ năng suất trên sinh khối (P/B).
- Tỷ lệ tiêu thụ trên sinh khối (Q/B): tỷ lệ này được tính bằng mô hình toán của Pauly và ctv (1993), lần lượt là 27,12; 18,38; 12,6; 11,17; 6,76; 15,5 cho trắm cỏ, mè trắng, mè hoa, chép, bống tượng và cá nhỏ. Tỷ lệ này còn được tính từ mô hình Ecopath cho phiêu sinh động vật, động vật đáy và tép.
- Tỷ lệ năng suất trên tiêu thụ (P/Q): tỷ lệ này được giả thiết là 0,2 cho phiêu sinh động vật, động vật đáy và tép (Delos Reyes, 1993), riêng các loài cá tỷ lệ này được tính từ tỷ lệ P/B và Q/B.
- Hiệu suất năng suất (EE) là tỷ lệ của năng suất được sử dụng trong hệ thống nuôi, có giá trị từ 0 đến 1, được tính từ mô hình Ecopath cho các nhóm không phải cá nuôi, và bằng 0.99 cho các nhóm cá nuôi.
- Thành phần thức ăn (DC) là tỷ lệ các loại thức ăn mỗi loài tiêu thụ, thường được ước tính từ phân tích thức ăn trong dạ dày. Ở nghiên cứu này, tỷ lệ này được tham khảo từ các nghiên cứu liên quan khác, ngoại trừ cá bống tượng được khảo sát trực tiếp (Bảng 1).
- Tỷ lệ không tiêu hóa trên tiêu thụ (GS) là tỷ lệ thức ăn tiêu thụ nhưng không được tiêu hóa và tồn tại ở dạng mùn bã hữu cơ. Tỷ lệ này được ước tính là 0,25; 0,3; 0,25; 0,2; 0,3; 0,25 và 0,25 cho mè hoa, mè trắng, chép, bống tượng, cá nhỏ, tép và động vật đáy (Ruddle và Christensen, 1993).

Bảng 1: Tỷ lệ thành phần thức ăn của các đối tượng ăn mỗi

Ăn mỗi	Mồi (%)							
	Cá nhỏ	Tép	ĐV đáy	Phiêu sinh ĐV	Tảo bám	Phiêu sinh TV	TV bán ngập	Mùn bã hữu cơ
Trắm cỏ	-	-	-	-	25	-	75	-
Mè hoa	-	-	-	24	-	7	-	69
Mè trắng	-	-	-	-	-	84	-	16
Chép	-	-	30	-	30	-	-	40
Bống tượng	2,4	94,8	2,8	-	-	-	-	-
Cá nhỏ	-	-	-	25	25	15	-	35
Tép	-	-	2	10	3	5	-	80
ĐV đáy	-	-	5	10	15	5	-	65
Phiêu sinh ĐV	-	-	-	5	-	95	-	-

(Nguồn: Moriarty *et al.*, 1973; Colle *et al.*, 1978; Jørgensen, 1979; Cremer và Smitheman, 1980; Delos Reyes, 1993).

3 KẾT QUẢ

3.1 Đặc điểm eo ngách Trường Đàng và hoạt động nuôi cá

Eo ngách Trường Đàng nằm ở vị trí 17°05' N and 11°13' E, có diện tích nước ngập dao động từ 0 đến 7,44 ha, độ sâu ngập nước tối đa từ 0 đến 9 m trong giai đoạn từ tháng 8-2002 đến tháng 5-2003. Eo ngách cạn nước vào tháng 6 và tháng 7, hình thành nên thảm thực vật bán ngập phong phú vào giai đoạn này. Diện tích mặt nước trung bình của eo là 5,24 ha trong mùa vụ nuôi chính từ tháng 10-2002 đến tháng 5-2003, trong đó 5 tháng nuôi đầu có diện tích nước khá ổn định, sau đó giảm dần nhanh chóng xuống 3,09, 2,33 và 0,95 ha vào các tháng 3, 4 và 5.

Eo ngách được chắn lưới từ tháng 7 đến tháng 10-2002 với cỡ mắt lưới (2,2 cm) cho phép thông nước và sự qua lại của cá nhỏ và tép tự nhiên từ bên ngoài hồ chứa. Cá giống bông tượng có cỡ trung bình 81 g được bắt từ hồ chứa và thả với mật độ 960 cá/ha. Cá giống chép (31 g), mè trắng (20 g) và mè hoa (17 g) được thả với mật độ 470 cá/ha cho mỗi loại, riêng trắm cỏ (20 g) thả 170 cá/ha. Việc thả cá được tiến hành từ 15-10 đến 4-11-2002 với mật độ thả chung là 2540 cá/ha. Các mật độ thả nêu trên dựa trên kinh nghiệm của chủ eo ngách, cá thả nuôi dựa hoàn toàn vào thức ăn tự nhiên trong eo ngách.

Việc thu hoạch cá được tiến hành từ ngày 1 đến 20-5-2003, dựa theo nước rút để dồn toàn bộ cá vào miệng eo ngách. Sau 6,5 tháng nuôi, bông tượng đạt 353 g/con, tăng trọng trung bình 272 g/con với tổng năng suất đạt 251,1 kg/ha/vụ. Năng suất tổng của chép, mè trắng, mè hoa và trắm cỏ lần lượt đạt 84,6, 90,5, 114,3 và 35 kg/ha/vụ. Năng suất chung của eo ngách đạt 575,6 kg/ha/vụ.

3.2 Xây dựng mô hình Ecopath

Các dữ liệu đầu vào mô hình Ecopath bao gồm sinh khối (B), năng suất (P), tỉ lệ P/B, Q/B, P/Q, GS và EE cho các nhóm trắm cỏ, mè hoa, mè trắng, chép, bông tượng, cá nhỏ, tép, động vật đáy, phiêu sinh động vật, tảo bám, phiêu sinh thực vật, thực vật bán ngập và mùn bã hữu cơ được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2: Dữ liệu mô hình Ecopath bao gồm sinh khối (B), năng suất (P), tiêu thụ (Q), tỉ lệ P/B, Q/B, P/Q, GS (tỉ lệ không tiêu hóa trên tiêu thụ) và EE (hiệu suất năng suất). Các giá trị không có ngoặc là giá trị đầu vào, trong khi các giá trị trong ngoặc được tính từ mô hình Ecopath

Nhóm	B gDW/m ²	P gDW/m ² /vụ	P/B (/vụ)	Q/B (/vụ)	P/Q (GE)	GS	EE
Trắm cỏ	0,43	0,71	1,65	27,12	(0,06)	0,75	0,99
Mè hoa	1,36	2,44	1,79	12,60	(0,14)	0,25	0,99
Mè trắng	1,09	1,91	1,75	18,38	(0,10)	0,30	0,99
Chép	1,01	1,81	1,79	11,17	(0,16)	0,25	0,99
Bông tượng	3,57	3,62	1,01	6,76	(0,15)	0,20	0,99
Cá nhỏ	1,44	(2,23)	(1,55)	15,5	0,1	0,30	(0,259)
Tép	1,35	24,30	18	(90,00)	0,2	0,25	(0,941)
Động vật đáy	0,45	9,23	20,5	(102,5)	0,2	0,25	(0,954)
Phiêu sinh ĐV	0,273	38,26	140,15	(700,75)	0,2	0,40	(0,941)
Tảo bám	1,79	66,60	37,21	-	-	-	(0,337)
Phiêu sinh TV	0,63	221,55	351,67	-	-	-	(0,955)
TV bán ngập	221,5	264,30	1,19	-	-	-	(0,033)
Mùn bã hữu cơ	1018,1	-	-	-	-	-	(0,098)

Hiệu suất năng suất (EE) của các loài cá nuôi được chỉ định ở 0,99 mô tả việc thu hoạch toàn bộ năng suất cá nuôi. Nhóm các loại phiêu sinh động vật, phiêu sinh thực vật, động vật đáy và tép có giá trị EE rất cao, từ 0,941 đến 0,955. Giá trị EE của cá nhỏ và tảo bám

ở mức thấp (0,259-0,337), trong khi EE của mùn bã hữu cơ và thực vật bán ngập ở mức rất thấp (0,033-0,098).

3.3 Phân tích mô hình Ecopath

Kết quả phân tích bậc dinh dưỡng và dòng năng lượng chuyển đổi giữa các nhóm thức ăn trong các chuỗi thức ăn của nuôi cá eo ngách được trình bày ở Bảng 3, trong đó hiệu suất chuyển đổi dinh dưỡng là tỉ lệ năng lượng chuyển sang bậc dinh dưỡng kế tiếp so với tổng năng lượng nhập vào. Bậc dinh dưỡng trung bình của các loài cá nuôi như trắm cỏ, mè hoa, mè trắng và chép chỉ dao động từ 2 đến 2,35, ngoại trừ bóng tượng đạt 3,13. Trong hệ thống, đa số các dòng năng lượng chuyển đổi tập trung vào các bậc dinh dưỡng I và II, với năng lượng tổng lần lượt là 2125,15 và 408,85 gDW/m²/vụ. Tổng năng lượng phân bố giảm dần cho các bậc dinh dưỡng III, IV và V, lần lượt là 53,07, 3,53 và 0,05 gDW/m²/vụ. Hiệu suất chuyển đổi dinh dưỡng tương đối đồng đều ở các bậc II, III, IV và V, dao động từ 14,6 đến 15,2%.

Bảng 3: Ma trận chuyển đổi bậc dinh dưỡng trong nuôi cá eo ngách

Nhóm	Bậc dinh dưỡng	Năng lượng (gDW/m ² /vụ) phân bố theo các bậc dinh dưỡng				
		I	II	III	IV	V
Trắm cỏ	2,00	-	11,66	-	-	-
Mè hoa	2,25	-	13,02	4,11	-	-
Mè trắng	2,00	-	20,03	-	-	-
Chép	2,35	-	7,90	3,03	0,36	-
Bóng tượng	3,13	-	-	21,17	2,91	0,05
Cá nhỏ	2,26	-	16,74	5,58	-	-
Tép	2,13	-	106,92	14,32	0,26	-
Động vật đáy	2,16	-	41,27	4,86	-	-
Phiêu sinh ĐV	2,05	-	191,36	-	-	-
Tảo bám	1,00	66,61	-	-	-	-
Phiêu sinh TV	1,00	221,55	-	-	-	-
TV bán ngập	1,00	263,59	-	-	-	-
Mùn bã hữu cơ	1,00	1573,40	-	-	-	-
Tổng cộng	-	2125,15	408,85	53,07	3,53	0,05
Hiệu suất chuyển đổi dinh dưỡng (%)	-	-	14,7	14,6	15,2	14,8

4 THẢO LUẬN

Một trong các công cụ dùng để quản lý chuỗi thức ăn tự nhiên trong mô hình Ecopath là khoảng giá trị EE hợp lý. Một mô hình Ecopath tĩnh có giá trị trung bình do vậy vẫn có thể đại diện cho toàn hệ thống nuôi (Christensen và Pauly, 1993). Từ khái niệm này, ứng dụng vào thực tiễn, mô hình Ecopath tĩnh có thể được chia nhỏ cho từng giai đoạn nuôi để quản lý những vấn đề cụ thể. Trong phần nghiên cứu này, việc tính trung bình cho toàn hệ thống nuôi 6,5 tháng được xem là một ví dụ thử nghiệm minh họa cho công cụ Ecopath dùng để quản lý chuỗi thức ăn tự nhiên trong nuôi cá eo ngách.

Trong toàn vụ nuôi, giá trị EE rất thấp (0,033 - 0,337) đối với mùn bã hữu cơ, thực vật bán ngập, cá nhỏ và tảo bám, cho thấy hiệu suất sử dụng các loại thức ăn này còn rất nhỏ. Ngoại trừ thực vật bán ngập và tảo bám chỉ dòi dào ở đầu vụ nuôi, việc tăng mật độ thả cá bóng tượng để sử dụng thức ăn cá nhỏ, hay thả thêm tép bỏ để ăn thêm mùn bã hữu cơ có thể là những giải pháp thay thế. Yếu tố cần cân nhắc là mối tương tác qua lại của các mắt

xích thức ăn, thí dụ cá nhỏ dư thừa có thể cạnh tranh thức ăn phiêu sinh với cá nuôi khác...

Giá trị EE của phiêu sinh thực vật và phiêu sinh động vật cho toàn vụ nuôi ở mức rất cao (0,941-0,955), cho thấy đây là hai loại thức ăn có nguy cơ bị thiếu trong hệ thống. Mật độ các loài cá thả nuôi có sử dụng phiêu sinh do vậy đã tới mức giới hạn cần phải điều chỉnh giảm. Cần nhắc yếu tố eo ngách bị thu hẹp diện tích và lượng thức ăn tự nhiên vào cuối vụ nuôi, giải pháp giảm mật độ cá ăn phiêu sinh là cần thiết.

Tương tự, giá trị EE của tép và động vật đáy cũng ở mức rất cao cho toàn vụ nuôi (0,94-0,96) cho thấy khả năng tăng mật độ thả bóng tượng là không khả thi ở điều kiện hiện hữu. Tuy nhiên, cần nhắc thực tế lượng động vật đáy gia tăng vào giữa và cuối vụ nuôi, và lượng mùn bã hữu cơ dồi dào trong eo ngách, việc thả thêm tép bò có thể giúp tăng thêm mật độ cá bóng tượng thả nuôi.

Bóng tượng và chép là hai loài có bậc dinh dưỡng trung bình cao nhất, lần lượt là 3,13 và 2,35. Bảy loài và nhóm loài còn lại cùng ở các bậc dinh dưỡng trong khoảng 2 đến 2,26, khiến đa số các dòng năng lượng chuyển đổi tập trung vào các bậc dinh dưỡng I và II, do vậy gia tăng tính cạnh tranh thức ăn trong hệ thống. Việc giảm số loài thả nuôi ở cùng bậc dinh dưỡng này cần được cân nhắc. Dòng năng lượng chuyển đổi lại rất thấp ở các bậc dinh dưỡng III, IV và V vốn được tạo ra chủ yếu từ cá bóng tượng. Việc tăng cường cá ăn môi sử dụng cá nhỏ và tép là giải pháp tăng dòng năng lượng chuyển đổi ở các bậc dinh dưỡng từ III trở lên.

Theo Lindeman (1942), hệ suất chuyển đổi dinh dưỡng trong các hệ sinh thái thường dao động quanh khoảng 10%. So với hệ thống nuôi cá ao Trung Quốc khi Ruddle và Christensen (1993) chỉ ra hệ suất chuyển đổi dinh dưỡng khá thấp (5,9%) ở bậc dinh dưỡng II, hệ số này là khá cao cho mô hình nuôi cá eo ngách với mức dao động từ 14,6 đến 15,2% cho các bậc dinh dưỡng từ II đến IV. Kết quả này đạt được có lẽ do hiệu suất sử dụng cao của thức ăn phiêu sinh thực vật và phiêu sinh động vật trong toàn hệ thống. Điều này cũng đặt hệ thống vào trạng thái không ổn định một khi các loại thức ăn tự nhiên này biến động theo mùa vụ và điều kiện môi trường của thủy vực.

5 KẾT LUẬN

Kết quả phân tích mô hình Ecopath ở eo ngách Trường Đàng cho thấy công thức và mật độ thả ghép các loài hiện hữu có thể gây thiếu thức ăn cho các đối tượng cá ăn phiêu sinh và cá bóng tượng. Việc điều chỉnh giảm mật độ hoặc giảm số loài cá ăn phiêu sinh cần được ưu tiên thử nghiệm trong mô hình, qua đó giúp làm giảm giá trị EE của phiêu sinh thực vật và phiêu sinh động vật, gián tiếp tạo thêm nguồn thức ăn cho cá nhỏ và tép, mở ra hướng gia tăng thêm mật độ thả cá bóng tượng nếu việc thả thêm tép bò vào eo ngách được thực hiện.

Qua kết quả xây dựng và phân tích mô hình Ecopath, công thức nuôi ghép các loài và mật độ thả có thể được hiệu chỉnh từng bước tùy theo giá trị EE của các mức xích thức ăn. Ứng dụng vào thực tiễn sản xuất, việc ghi nhận diễn biến sinh khối các thành phần thức ăn của chuỗi dinh dưỡng là yêu cầu ưu tiên để áp dụng mô hình Ecopath cho công tác quản lý hệ thống nuôi. Bên cạnh đó, các thông số khác của mô hình Ecopath như năng suất, tiêu thụ... có thể được tham khảo từ kết quả nghiên cứu này và các nghiên cứu khác có liên quan để xây dựng nhanh các mô hình ECOPATH tương tự. Để tăng tính chính xác cho các bước điều chỉnh, việc phân nhỏ các mô hình Ecopath cho các giai đoạn nuôi cần được nghiên cứu trong tương lai. Bên cạnh đó, việc ứng dụng mô hình hóa động "Ecopath with Ecosim" là những bước nghiên cứu kế tiếp để tối ưu hóa hiệu quả sản xuất.

CẢM TẠ

Tác giả xin cảm tạ TS. S.E. Jorgensen, TS. Kwei Lin, TS. Yang Yi và TS. Lê Thanh Hùng đã hỗ trợ và chia sẻ những ý kiến giá trị trong phạm vi nghiên cứu. Xin cảm ơn các cộng sự P.N. Tâm, H.H. Tình, N.T. Vy và L.T.T. Trúc đã hỗ trợ tiến trình thu và phân tích mẫu của nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- APHA (American Public Health Association), 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th edition. APHA, Washington D.C. 1268 p.
- Azim, M.E. 2001. The potential of periphyton-based aquaculture production systems. Ph.D. Thesis, Wageningen University. 219 p.
- Boyd, C.E., 1995. Bottom soils, sediment and pond aquaculture. Chapman & Hall, New York, USA, 348 p.
- Christensen, V. and D. Pauly. 1993. On steady-state modeling of ecosystems. In: Christensen, V., Pauly, D. (Eds.), Trophic Models of Aquatic Ecosystems. ICLARM Conf Proc. 26, Manila, p. 48-55.
- Christensen, V., C. Walters and D. Pauly. 2000. Ecopath with Ecosim: a User's guide, October 2000 Edition. Univ. of British Columbia, Fisheries Centre, Vancouver, Canada and ICLARM, Penang, Malaysia, 130 p.
- Colle, D.E., J.V. Shireman and R.W. Rottman. 1978. Food selection by grass carp fingerlings in a vegetated pond. Trans. Am. Fish. Soc. 107:149-152.
- Creitz, G.I. and F.A. Richards. 1955. The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. III. A note on the use of "Millipore" membrane filters in the estimation of plankton pigments. J. Mar. Res. 14:211-216.
- Cremer, M. C. and R.O. Smitherman. 1980. Food habits and growth of silver and bighead carp in cages and ponds. Aquaculture 20:57-64.
- Delos Reyes, M.R., 1993. Fishpen culture and its impact on the ecosystem of Laguna de Bay, Philippines. In: Christensen, V., Pauly, D., (Eds.), Trophic Models of Aquatic Ecosystems. ICLARM Conf Proc. 26, Manila, pp. 29-39.
- Dumont, H.J., I. Van De Velde and S. Dumont. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental water. Oecologia 19, 75-97.
- Hamilton, A.L., 1969. On estimating annual production. Limnol. Oceanogr., 14:771-782. Jørgensen, S.E., (ed.), 1979. Handbook of Environmental Data and Ecological Parameters. International Society for Ecological Modelling. 1162 p.
- Lindeman, R.L., 1942. The trophic dynamic aspect of ecology. Ecology 23: 399-418.
- Luong, V.C., 2000. Trophic model and technical-economic aspects of cove aquaculture in Tri An Reservoir of Vietnam. M.Sc. Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. 88 pp.
- Luong, V.C., C.K. Lin and A. Yakupitiyage. 2002. A trophic box model of cove aquaculture in Tri An Reservoir, Vietnam. Verh. Internat. Verein. Limnol. 28, 1381-1384.
- Luong, V.C., Yang Yi and C.K. Lin. 2005. Cove culture of marble goby (*Oxyeleotris marmorata* Bleeker) and carps in Tri An Reservoir of Vietnam. Aquaculture 244, 97-107.
- McCauley, E. 1984. The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples. In: A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. 2nd ed (eds. J.A. Downing and F.H. Rigler), p. 228-265. Blackwell Scientific Publishers, Oxford.
- Moriarty, D.J.W., J.P.E.C. Darlington, I.G. Dunn, C.M. Moriarty and M.P. Tevlin, 1973. Feeding and grazing in Lake George, Uganda. Proc. R. Soc. Lond. (B Biol. Sci.) 184:299-319.
- Pauly, D., M.L. Soriano-Bartz and M.L.D. Palomares, 1993. Improved construction, parametrization and interpretation of steady-state ecosystem models. In: Christensen, V., Pauly, D. (Eds.), Trophic Models of Aquatic Ecosystems. ICLARM Conf Proc. 26, Manila, p. 1-13.

- Pieczynska, E. 1968. Dependence of the primary production of periphyton upon the substrate area suitable for colonization. Bull. Acad. Polon. Sci. Cl. II Ser. Sci. boil. 16(3): 165-169.
- Raymont, J. E. G., J. Austin and E. Linford. 1966. Biological studies on marine zooplankton. III. Seasonal variation in the biochemical composition of *Neomysis integer*. In: Barnes, H. (Ed), Some Contemporary Studies in Marine Science. Allen and Unwin Ltd, London, pp. 597-605.
- Ruddle, K. and V. Christensen. 1993. An energy flow model of the mulberry dike-carp pond farming system of the Zhujiang Delta, Guangdong Province, China. In: Christensen, V., Pauly, D. (Eds.), Trophic Models of Aquatic Ecosystems. ICLARM Conf Proc. 26, Manila, pp. 48-55.
- Welch, H.E. 1968. Use of modified diurnal curves for the measurement of metabolism in standing water. Limnol. Oceanogr. 13: 679-687.
- Wetzel, R.G. and G.E. Likens. 1979. Limnological analyses. W.B. Saunders Co., Philadelphia. 340 pp.