

TỈ LỆ NĂNG LƯỢNG PROTEIN/LIPID TỐI ƯU CHO CÁ LÓC (*Channa striata*) NUÔI TRONG ĐIỀU KIỆN NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ MẶN CAO

Trần Thị Phương Lan^{1*}, Trần Thị Thanh Hiền², Lam Mỹ Lan², Trần Lê Cẩm Tú² và Trần Minh Phú²

¹Khoa Nông nghiệp Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh

²Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Thị Phương Lan (email: ttphlan@tvu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 12/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 02/04/2020

Ngày duyệt đăng: 29/06/2020

Title:

The optimal ratio of energy protein/lipid of snakehead (*Channa striata*) cultured in combined high temperature and saline water

Từ khóa:

Độ mặn, cá lóc, *Channa striata*, nhiệt độ, năng lượng, tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn

Keywords:

Channa striata, energy, dietary energy protein/lipid ratio, salinity, Snakehead fish, temperature

ABSTRACT

The study aimed to determine the optimal energy ratio (protein/lipid) for snakehead fish (*Channa striata*) fingerlings 6.5 g cultured in two environmental conditions, 28°C-0‰ and high temperature and salinity (34°C-9‰). There were six diet treatments consisting three levels of protein (40, 45 and 50%) and two levels of lipid (7 and 10%) corresponding and the dietary ratios energy originated from protein/lipid 3.41; 3.36; 3.82; 2.49; 2.71 and 3.03, respectively over a 60-day period. The results showed that the high temperature and salinity (34°C-9‰) of cultured environment significantly reduced the survival rate, growth, feed intake, FCR, the utilization efficiency, and retention of nutrients (protein and lipid), but did not affect HSI (hepatosomatic index) of snakehead. The dietary ratio of energy originated from protein and lipids influenced growth, the utilization efficiency, and retention of nutrients (protein and lipid). The optimal dietary ratio of energy protein/lipid for snakehead is 3.5 at the cultured condition 28°C-0‰, and 3.37 at high temperature and salinity (34°C-9‰).

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) tối ưu cho cá lóc (*Channa striata*) giống khối lượng trung bình 6,5 g được thực hiện trong môi trường nuôi 28°C-0‰ và môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰) với 6 nghiệm thức thức ăn gồm ba mức protein (40, 45 và 50%) và hai mức lipid (7 và 10%) tương ứng tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) lần lượt là 3,41; 3,36; 3,82; 2,49; 2,71 và 3,03 trong thời gian nuôi 60 ngày. Kết quả cho thấy cá lóc được nuôi trong môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰) làm giảm tỉ lệ sống, tăng trưởng, tỉ lệ thức ăn ăn vào, hiệu quả sử dụng thức ăn, hiệu quả sử dụng protein, lipid và hiệu quả tích lũy protein, lipid; tuy nhiên, không ảnh hưởng lên chỉ số gan tụy (HSI) của cá lóc. Tỉ lệ năng lượng (protein:lipid) trong thức ăn có ảnh hưởng lên tăng trưởng, hiệu quả sử dụng và tích lũy dưỡng chất (protein và lipid) cá lóc thí nghiệm. Tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) tối ưu trong thức ăn cho cá lóc là 3,5 ở điều kiện nhiệt độ và độ mặn 28°C-0‰ và 3,37 ở điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰).

Trích dẫn: Trần Thị Phương Lan, Trần Thị Thanh Hiền, Lam Mỹ Lan, Trần Lê Cẩm Tú và Trần Minh Phú, 2020. Tỉ lệ năng lượng protein/lipid tối ưu cho cá lóc (*Channa striata*) nuôi trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(3B): 134-142.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Động vật thủy sản là loài có khả năng sử dụng năng lượng biến dưỡng từ nguồn protein trong thức ăn nên nhu cầu protein của chúng có khả năng giảm khi mức năng lượng trong thức ăn tăng lên (Page and Andrews, 1973). Vì thế, hàm lượng protein tối ưu cho một loài thủy sản nào đó sẽ chịu ảnh hưởng bởi tỉ lệ tối ưu giữa protein và năng lượng (P/E) trong thức ăn. Năng lượng của thức ăn được cung cấp từ protein, lipid và carbohydrate có trong thức ăn. Đa số các nghiên cứu đều tập trung tỉ lệ protein và năng lượng từ ba thành phần của thức ăn có sự thay đổi tùy theo loài, kích cỡ và môi trường sống như dòng chảy, nhiệt độ, thành phần thức ăn và thường lớn hơn 20 mg/kJ (Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009). Nghiên cứu ở cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) của Trung *et al.* (2011) cho biết nhu cầu protein tiêu hóa/năng lượng tiêu hóa (DP/DE) của cá ở giai đoạn 10 g là 32,7 g/MJ và giảm còn 26,3 g/MJ ở giai đoạn 100 g và giá trị này thay đổi ít hơn ở cá 1.000 g (21,4 g/MJ). Theo Glencross *et al.* (2010), cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) có nhu cầu DP/DE ở giai đoạn 100 g là 23,5 g/MJ và 18,1 g/MJ ở 1.000 g. Ở cá chêm (*Lates calcarifer*), nhu cầu DP/DE ở giai đoạn 100 g và 1.000 g lần lượt là 30,2 g/MJ và 19,9 g/MJ (Glencross, 2008). Khi nhiệt độ tăng, sự sinh trưởng của cá cũng tăng lên dẫn đến nhu cầu protein cũng gia tăng. Nghiên cứu trên cá nheo Mỹ (*Ictalurus punctatus*) Dupree and Sneed (1966) cho biết ở nhiệt độ 20,6°C nhu cầu protein là 35% và khi 24,4°C là 40%. Nghiên cứu trên cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) nhu cầu protein tăng từ 40% protein lên 43,5% protein khi độ mặn ở 10 ‰ và 20‰ (Vũ Duy Giảng, 2006). Cá lóc *Channa striata* là loài nước ngọt có giá trị kinh tế, đã được nghiên cứu nhiều về đặc điểm dinh dưỡng và thức ăn, chẳng hạn, Aliyu-Paiko *et al.* (2010b) cho biết cá lóc giống tăng trưởng tốt cần cung cấp 65 g/kg lipid và 450 g/kg protein. Cùng nghiên cứu trên cá lóc giống, Arockiaraj *et al.* (1999) cho biết cá tăng trưởng tối ưu với tỉ lệ protein/năng lượng (P/E) là 4,3 kcal/g. Tuy nhiên khi thức ăn có cùng mức năng lượng, hàm lượng protein và lipid của thức ăn cùng lúc được thay đổi thì tỉ lệ protein và năng lượng tổng của thức ăn sẽ không thể hiện hết sự khác nhau về năng lượng cụ thể được đóng góp từ các thành phần của thức ăn. Đồng thời, tùy theo loài, tùy theo điều kiện môi trường, mức độ ưu tiên sử dụng năng lượng từ các thành phần của thức ăn sẽ khác nhau.

Nhiệt độ và độ mặn có ảnh hưởng đến sinh trưởng và hoạt tính enzyme tiêu hóa của cá lóc, cá nuôi ở độ mặn 3‰ sẽ cho tăng trưởng cao nhất và cá nuôi ở độ mặn 12‰ sẽ có FCR cao nhất và đạt tăng trưởng thấp nhất (Nguyễn Trường Tĩnh, 2013). Theo Võ Trường Chinh (2014), hoạt tính enzyme pepsine, chymotrypsine và α -amylase tăng dần khi nhiệt độ tăng từ 22 đến 34°C; tăng trưởng cá đạt cao nhất ở 31°C và hệ số chuyển hóa thức ăn thấp nhất. Nuôi cá nước ngọt nói chung và nghề nuôi cá lóc nói riêng ở Đồng bằng sông Cửu Long hiện đang chịu tác động của biến đổi khí hậu như hạn hán kéo dài và xâm nhập mặn, nên các nghiên cứu về sự thay đổi nhu cầu dinh dưỡng thích ứng với điều kiện mới (gia tăng biên độ nhiệt, nồng độ muối,...) là cần thiết. Vì vậy, nghiên cứu tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) tối ưu cho cá lóc (*Channa striata*) nuôi trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao được thực hiện.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguồn vật liệu thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành tại Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ. Cá lóc có kích cỡ 5-6 g/con được mua từ trại giống ở Cần Thơ. Cá được chuyển về và được thuần dưỡng trong bể composite 2 m³, được cho ăn bằng thức ăn viên với hàm lượng protein 45% và lipid 7%.

Nguồn nước được pha bởi nước ngọt từ nguồn nước máy và nước ót (80%) được vận chuyển từ Vĩnh Châu, Sóc Trăng. Mỗi ngày độ mặn được nâng lên 3‰ (mỗi bốn giờ nâng độ mặn lên 1‰) thông qua việc tính thể tích nước ngọt và nước ót, sau đó cho vào bể để có được độ mặn cần thiết. Nhiệt độ trên các nghiệm thức được gia tăng 2°C trên ngày bằng thiết bị nâng nhiệt heater đến khi đạt mức nhiệt theo yêu cầu thí nghiệm. Cá được thuần hóa về độ mặn và nhiệt độ một tuần trước khi tiến hành thí nghiệm.

2.2 Bố trí thí nghiệm

Cá được bố trí trên hệ thống bể 170 L với số lượng 30 con/bể, hệ thống được đặt trong trại có mái che. Khối lượng trung bình cá thí nghiệm là 6,53±0,09 g. Bê cá được sục khí liên tục trong suốt 60 ngày thí nghiệm. Thí nghiệm gồm hai nhân tố (nhiệt độ - độ mặn, tỉ lệ năng lượng protein và lipid) được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại được. Thí nghiệm được chia thành hai lô cùng với sáu nghiệm thức thức ăn ở mỗi lô (Bảng 1).

Bảng 1: Nghiệm thức điều kiện môi trường nuôi và nghiệm thức thức ăn thí nghiệm

Nghiệm thức	Môi trường thí nghiệm	
	28 °C-0‰ (đối chứng)	Nhiệt độ cao và độ mặn cao: 34 °C-9‰
NT 1	7% lipid-40% protein	7% lipid-40% protein
NT 2	7% lipid-45% protein	7% lipid-45% protein
NT 3	7% lipid-50 %protein	7% lipid-50 %protein
NT 4	10% lipid-40 %protein	10% lipid-40 %protein
NT 5	10% lipid-45% protein	10% lipid-45% protein
NT 6	10% lipid-50% protein	10% lipid-50% protein

Tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn tương ứng của 6 công thức thức ăn thí nghiệm là 3,41; 3,36; 3,82; 2,49; 2,71; 3,03 (Bảng 2).

Phương pháp phối chế thức ăn

Thức ăn thí nghiệm được phối chế từ các nguyên liệu bột cá Kiên Giang, bã đậu nành (Mỹ), bột mì tinh (Việt Nam), dầu nành Simply, dịch đầu tôm, dầu cá và premix khoáng/vitamin (Công ty Vimedit), kết dính (CMC- Trung Quốc).

Các bước chuẩn bị thức ăn theo thứ tự như sau: pha trộn nguyên liệu (khô); trộn ướt; ép viên (kích cỡ viên 1 mm); sấy khô; bảo quản trong tủ đông (-20°C). Thức ăn sau chế biến ở dạng viên chìm. Thành phần nguyên liệu của thức ăn được phân tích các chỉ tiêu hóa học bao gồm ẩm độ, protein, lipid, tro theo phương pháp AOAC (2000) và năng lượng được tính dựa vào hàm lượng protein, lipid, carbohydrate (CHO) và hệ số chuyển đổi năng lượng của từng thành phần.

Bảng 2: Thành phần nguyên liệu và thành phần hóa học của thức ăn thí nghiệm

Nghiệm thức	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4	NT 5	NT 6
Thành phần nguyên liệu thức ăn (%)						
Bột cá	34,77	42,15	49,53	34,80	42,18	49,56
Bã đậu nành	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Dầu nành	3,42	3,42	3,42	4,92	4,92	4,92
Dầu cá	1,88	1,54	1,20	3,38	3,04	2,69
Bột mì tinh	25,43	18,39	11,36	22,40	15,36	8,33
Premix*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Kết dính	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dịch đầu tôm	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Thành phần hóa học thức ăn (%)						
Protein	39,40	44,16	49,07	40,10	45,63	49,90
Lipid	6,90	7,86	7,68	9,61	10,07	9,83
CHO=100-(P+L+Tro)	42,89	36,78	29,12	39,64	31,45	26,19
Tro	10,81	11,21	14,13	10,65	12,85	14,08
Năng lượng (KJ/g)	18,75	18,80	18,84	19,43	19,47	19,52
P/E (mg prorein/KJ)	21,33	23,94	26,55	20,59	23,11	25,62
Tỉ lệ năng lượng Protein/Lipid (E _{P/L})	3,41	3,36	3,82	2,49	2,71	3,03

*Premix khoáng vitamin: vitamin A, vitamin D₃, vitamin E, vitamin K, vitamin B₁, vitamin B₂, Vitamin B₆, chất mang bột nành nguồn cung cấp acid amine, zinc sulfate, manganese sunlfate, ferous sunlfate, copper sunlfate, potassium iodide, cobalt sunlfate

2.3 Quản lý và chăm sóc

Cá được cho ăn theo nhu cầu vào lúc 8 giờ và 16 giờ. Thức ăn thừa được vớt ra khỏi bể, sấy khô và cân khối lượng để tính lượng thức ăn mà cá đã sử dụng. Nước được thay 3 ngày/lần, mỗi lần thay 30-50% thể tích nước. Trong quá trình thí nghiệm, các yếu tố môi trường pH, nhiệt độ, độ mặn, oxy hòa tan được đo 2 lần/ngày vào buổi sáng (8-9 giờ), buổi chiều (14-15 giờ). Nhiệt độ, pH và oxy hòa tan được

đo bằng máy (SevenGo, SevenGo pro - Mettler Toledo, Mỹ). Độ mặn được đo bằng máy đo độ mặn (Atago, Nhật Bản). TAN được kiểm tra mỗi tuần bằng test kit (Sera, Đức). Kết thúc thí nghiệm, cá được đếm và cân từng cá thể, xác định khối lượng trung bình và tỉ lệ sống trên từng bể, thu nội tạng và xác định khối lượng của 10 cá thể trên mỗi bể để tính chỉ số gan tụy HSI (hepatosomatic index) và lưu mẫu cá để phân tích thành phần hóa học gồm ẩm

độ, protein, lipid, khoáng theo phương pháp AOAC (2000).

2.4 Các chỉ tiêu đánh giá

Tăng trưởng của cá được đánh giá qua các chỉ tiêu

– Tốc độ tăng trưởng theo ngày (daily weight gain-DWG) (g/ngày) = $(W_t - W_0)/t$

– Tỷ lệ sống (survival rate – SR%) = $(\text{Số cá thể cuối}/\text{số cá thể đầu}) \times 100$

Hiệu quả sử dụng thức ăn được đánh giá qua các chỉ tiêu

– Hệ số chuyển hóa thức ăn (feed conversion ratio - FCR):

$FCR = \text{Lượng thức ăn sử dụng (g)} / \text{Khối lượng cá gia tăng (g)}$

– Hiệu quả sử dụng protein (protein efficiency ratio - PER):

$PER = (W_t - W_0) / \text{Lượng protein ăn vào}$

– Lượng thức ăn ăn vào (FI) (%/con/ngày) = $100 * [(\text{Lượng thức ăn cá ăn vào (g/con/ngày)} / (W_t * W_0)^{1/2})]$

– Hiệu quả sử dụng lipid (lipid efficiency ratio - LER):

$LER = (W_t - W_0) / \text{Lượng lipid ăn vào}$

– Hiệu suất tích lũy lipid (lipid retention - LR):

$LR = (\text{Lipid cá cuối} - \text{Lipid cá đầu}) / \text{Lượng lipid ăn vào}$

– Hiệu suất tích lũy protein (net protein utilization - NPU)

$NPU = (\text{Protein cá cuối} - \text{Protein cá đầu}) / \text{Protein ăn vào}$

– Chỉ số gan tụy HSI:

$HSI = \text{khối lượng khối gan tụy} / \text{khối lượng cơ thể}$

Trong đó, W_0 : khối lượng cá ban đầu (g); W_t : khối lượng cá sau thí nghiệm (g) t: ngày nuôi (ngày).

2.5 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được phân tích theo phương pháp thống kê mô tả và phân tích phương sai ANOVA 2

nhân tố và sử dụng phép thử Duncan để tìm ra sự khác biệt giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa ($p < 0,05$) bằng phần mềm SPSS 16.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tăng trưởng và tỉ lệ sống và của cá

Sau 60 ngày thí nghiệm, các yếu tố môi trường dao động ở mức $27 \pm 1^\circ\text{C}$; $33 \pm 1^\circ\text{C}$; oxy hòa tan 4,5-5,5 mg/L và pH 7-7,5. Hàm lượng TAN trong các nghiệm thức ở môi trường 28°C -0‰ dao động từ 3-4,5 mg/L và 1,5-2,5 mg/L trong các nghiệm thức ở môi trường 34°C -9‰. Tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá (Bảng 3) cho thấy có sự tương tác giữa yếu tố môi trường và tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn ($p < 0,05$). Tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá đạt cao nhất ở môi trường 28°C -0‰ (đối chứng), tăng trưởng trong các nghiệm thức có tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn cao sẽ cao hơn các nghiệm thức có tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn thấp. Nghiệm thức 7% lipid-40% protein cho tăng trưởng cao nhất ($0,68 \pm 0,02$ g/ngày) và tương ứng với tỉ lệ $E_{P:L}$ trong thức ăn 3,41, khác biệt không ý nghĩa ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức có tỉ lệ 3,36; 3,82 và 3,03; nhưng khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức có tỉ lệ lượng protein/lipid trong thức ăn thấp (2,49; 2,71). Như vậy, tỉ lệ lượng protein/lipid trong thức ăn (tức sự thay đổi hàm lượng protein và lipid trong thức ăn) có ảnh hưởng lên tăng trưởng của cá. Tăng trưởng của cá đạt cao ở các nghiệm thức có hàm lượng protein thấp và lipid thấp hoặc protein cao và lipid cao để đảm bảo duy trì sự cân bằng về tỉ lệ đóng góp về năng lượng giữa protein/lipid. Khi tỉ lệ này thấp hoặc cao hơn nhu cầu sẽ làm giảm tăng trưởng do bởi tiêu tốn năng lượng cho hoạt động trao đổi chất vượt ngưỡng xảy ra.

Tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá thấp nhất ở môi trường có nhiệt độ và độ mặn cao (34°C -9‰) và ở nghiệm thức có tỉ lệ năng lượng protein/lipid thấp nhất 2,49 ($0,10 \pm 0,01$ g/ngày và 66,7%) trong ứng mức lipid cao và protein thấp. Điều này cho thấy với cùng mức nhu cầu protein và lipid, cá sống ở môi trường có nhiệt độ và độ mặn cao tiêu hao năng lượng ứng phó với nhiệt độ và điều hòa áp suất thẩm thấu tăng cao dẫn đến tăng trưởng giảm và tỉ lệ sống cũng bị ảnh hưởng.

Bảng 3: Tăng trưởng và tỉ lệ sống cá lóc sử dụng các loại thức ăn và môi trường nuôi khác nhau

Môi trường	Nghiệm thức		W ₀ (g/con)	W _t (g/con)	WG (g/con)	DWG (g/ngày)	SR %
	Lipid (%)	Protein (%)					
28°C-0‰	7	40	10,04±0,08	50,7±1,18 ^e	40,6±1,15 ^e	0,68±0,02 ^e	86,7±3,33 ^{cd}
28°C-0‰	7	45	10,14±0,16	46,4±1,80 ^d	36,3±1,69 ^d	0,60±0,03 ^d	93,3±3,33 ^d
28°C-0‰	7	50	10,16±0,18	46,5±1,40 ^d	36,3±1,22 ^d	0,61±0,02 ^d	86,7±5,77 ^{cd}
28°C-0‰	10	40	10,06±0,12	42,7±1,79 ^c	32,6±1,68 ^c	0,54±0,03 ^c	85,0±1,67 ^{cd}
28°C-0‰	10	45	10,17±0,03	43,8±1,46 ^c	34,4±0,30 ^c	0,57±0,01 ^c	75,6±9,62 ^{abc}
28°C-0‰	10	50	10,15±0,18	48,1±0,97 ^{de}	37,9±1,15 ^d	0,63±0,02 ^d	71,1±7,70 ^{ab}
34°C-9‰	7	40	10,06±0,20	16,8±1,13 ^b	7,18±0,53 ^b	0,12±0,01 ^b	66,7±5,77 ^a
34°C-9‰	7	45	10,01±0,10	19,2±1,21 ^b	9,83±0,28 ^b	0,16±0,00 ^b	71,7±1,67 ^{ab}
34°C-9‰	7	50	10,23±0,12	19,9±1,34 ^b	10,4±0,56 ^b	0,17±0,00 ^b	81,7±5,00 ^{bcd}
34°C-9‰	10	40	10,15±0,15	16,3±0,53 ^a	6,17±0,68 ^a	0,10±0,01 ^a	66,7±6,67 ^a
34°C-9‰	10	45	10,16±0,12	19,5±0,85 ^b	9,30±0,91 ^b	0,16±0,01 ^b	80,0±11,6 ^{bc}
34°C-9‰	10	50	10,25±0,05	21,1±1,17 ^b	11,5±0,59 ^b	0,19±0,01 ^b	75,0±8,33 ^{abc}
Giá trị p MT			0,501	0,000	0,000	0,000	0,000
E _{P:L}			0,432	0,000	0,000	0,000	0,062
MT*E _{P:L}			0,933	0,021	0,012	0,012	0,003

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

MT: Môi trường; E_{P:L}: tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn; MT*E_{P:L}: tương tác giữa môi trường và tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn.

Kết quả nghiên cứu phù hợp với một số nghiên cứu khác về ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn làm gia tăng nhu cầu protein của cá. Theo Millikin (1983), nhu cầu protein của cá *Morone sacatilis* ở 20°C là 47% protein, và 24°C là 55% protein (trích dẫn bởi Halver and Hardy, 2002). Theo Vũ Duy Giảng (2006), cá hồi có nhu cầu protein thức ăn 40% khi nhiệt độ nước là 8°C, nhưng ở nhiệt độ nước 14°C, nhu cầu protein sẽ là 55% (tính trên khẩu phần khô) và khi độ mặn tăng thì yêu cầu về protein cho cá cũng gia tăng. Nghiên cứu trên cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*), Vũ Duy Giảng (2006) cho biết nhu cầu protein trong khẩu phần của cá là 40% và 43,5% khi độ mặn lần lượt là 10‰ và 20‰.

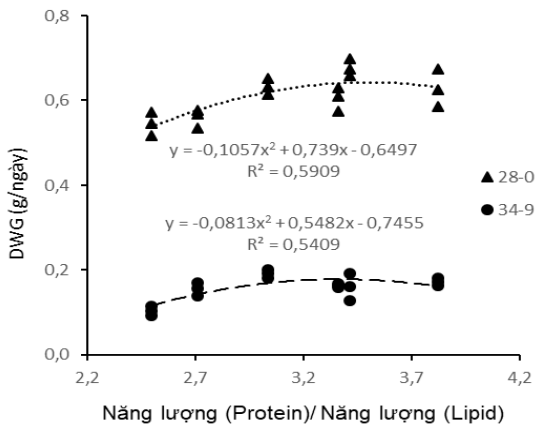
Samantaray and Mohanty (1997) nghiên cứu về tỉ lệ P/E cho thấy ở cá lóc giống (*C. striata*), tăng trưởng cao nhất và hệ số thức ăn thấp nhất khi cho ăn thức ăn có chứa 40% protein và tỉ lệ P/E là 21,5 mg/KJ. Tuy nhiên, Aliyu-Paiko *et al.* (2010) cho rằng để thúc đẩy cá lóc giống *C. striata* tăng trưởng tốt thì khẩu phần ăn cần cung cấp 65 g/kg lipid và 450 g/kg protein với mức năng lượng 18,5 KJ/g. Cùng nghiên cứu trên cá lóc, Ngô Minh Dung (2018) cho rằng nhu cầu protein tiêu hóa thay đổi tùy theo mức năng lượng trong thức ăn.

So sánh kết quả nghiên cứu trên một số loài cá khác, nghiên cứu thức ăn tối ưu cho tăng trưởng, tỉ lệ sống và thành phần hoá học cho cá chêm (*Lates calcarifer*) chứa 42,5% protein, 10% lipid và tỉ lệ P/E là 128 mg protein/kcal (Catacutan and Coloso,

1995). Kết quả trên cũng phù hợp với nghiên cứu của Trần Thị Thanh Hiền và *ctv.* (2013) trên cá thát lát cườm (*Chitala chitala*) cho biết nhu cầu protein tối ưu cho cá thát lát cườm giống (2,42 g/con) là từ 40-45% protein và hàm lượng lipid trong thức ăn là 9-6% tương ứng tỉ lệ P/E là 24,0 và 21,4 g protein/MJ. Theo Tuan and Williams (2007), cá mú (*Epinephelus malabaricus*) giai đoạn giống tăng trưởng tối ưu khi sử dụng thức ăn chứa 55% protein, 12% lipid và tỉ lệ P/E là 28 mg prtein/KJ. Trần Lê Cẩm Tú và *ctv.* (2014) xác định nhu cầu protein của cá kèo giống (3,55g/con) ở hai mức năng lượng 18 KJ/g là 42,8% và 20 KJ/g là 35,4%. Ta thấy, khi năng lượng của thức ăn tăng, nhu cầu protein của cá giảm nghĩa là cá giảm nhu cầu năng lượng từ protein của thức ăn. Tuy nhiên kết quả của nghiên cứu hiện tại do các nghiệm thức thức ăn có cùng mức năng lượng tổng của thức ăn đồng thời hàm lượng protein và lipid thay đổi nghĩa là năng lượng đóng góp từ protein và lipid của các nghiệm thức thức ăn thay đổi theo; và khi môi trường sống bất lợi, cơ thể cá sẽ ưu tiên sử dụng năng lượng từ các thành phần khác nhau của thức ăn, đây là điểm đặc biệt của nghiên cứu.

Hình 1 cho thấy cá lóc nuôi ở môi trường 34°C-9‰ có tốc độ tăng trưởng thấp hơn ($p < 0,05$) so với cá nuôi ở môi trường 28°C-0‰. Tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn tối ưu ở 28°C-0‰ và 34°C-9‰ lần lượt là 3,50 và 3,37. Điều này cho thấy cá lóc nuôi trong điều kiện môi trường bình thường

(28°C-0‰) có nhu cầu năng lượng từ protein cao hơn so với từ lipid trong thức ăn và năng lượng này được sử dụng hiệu quả cho tăng trưởng, ngược lại trong môi trường nuôi nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰) thì cá có xu hướng sử dụng năng lượng từ lipid nhiều hơn.



Hình 1: Ảnh hưởng của tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) lên tăng trưởng của cá lóc thí nghiệm trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn khác nhau (28°C-0‰ và 34°C-9‰)

Như vậy, khi cá lóc nuôi trong điều kiện môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰), tỉ lệ sống và tăng trưởng giảm.

3.2 Hiệu quả sử dụng thức ăn của cá

Bảng 4 trình bày về lượng thức ăn ăn vào (FI %/cá/ngày) và hệ số thức ăn (FCR) của cá chỉ chịu ảnh hưởng (p<0,05) bởi nhiệt độ và độ mặn của môi trường nuôi. Ở môi trường 28°C-0‰, FI đạt giá trị từ 2,79 – 3,34 %/cá/ngày luôn cao hơn (p<0,05) so với các nghiệm thức ở môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰). Giữa các nghiệm thức trong cả hai môi trường, lượng thức ăn ăn vào (FI) không khác biệt nhau (p>0,05).

Tương tự FI, hệ số thức ăn (FCR) chỉ chịu ảnh hưởng (p<0,05) bởi môi trường nuôi. Ở môi trường 28°C-0‰, FCR giữa các nghiệm thức dao động từ (0,77-0,92) thấp hơn (p<0,05) so với các nghiệm thức ở 34°C-9‰. Như vậy, ở 28°C-0‰ cá ăn nhiều (FI cao) và lớn nhanh nên FCR thấp hơn so với cá được nuôi ở 34°C-9‰. Mặc dù vậy, trên cả hai môi trường, giá trị FCR thấp nhất ở nghiệm thức 10% lipid-50% protein (tương ứng với tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 3,03).

So sánh kết quả FCR của thức ăn trên một số loài cá khác như nghiên cứu Lê Hồng Thẩm và ctv. (2013) nhu cầu protein trong thức ăn cá lăng nha (*Mystus wyckioides*) FCR giảm khi mức protein của thức ăn tăng, cụ thể FCR từ 1,57 ở 25% protein giảm còn 1,08 ở nghiệm thức 55% protein. Theo Trần Quốc Bình và ctv. (2012), tỉ lệ tối ưu protein và năng lượng trong thức ăn cho cá chẽm (*Lates calcarifer*) giống 5,77 g có FCR thấp nhất là 1,1 ở các công thức chứa 18 MJ/kg-59% protein và thức ăn chứa năng lượng 22 MJ/kg - 59% protein. Nghĩa là khi thức ăn chứa hàm lượng protein cao và mức năng lượng phù hợp thì hệ số thức ăn sẽ giảm. Ở nghiên cứu hiện tại, hàm lượng protein thức ăn 40, 45, 50% với cùng mức năng lượng thì chưa đủ ảnh hưởng FCR của cá (về thống kê).

Hiệu quả sử dụng protein (PER) chịu ảnh hưởng tương tác của môi trường và tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn (p<0,05). Trong khi hiệu suất tích lũy protein (NPU) của cá chịu ảnh hưởng (p<0,05) riêng biệt bởi nhiệt độ và độ mặn của môi trường và bởi tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn, không tìm thấy sự tương tác (p>0,05) giữa hai yếu tố trong chỉ tiêu này.

Bảng 4 cho thấy PER có giá trị cao nhất ở nghiệm thức tỉ lệ tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 3,41 tương ứng với 7% lipid-40% protein ở môi trường 28°C-0‰ và thấp nhất ở tỉ lệ tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 2,49 tương ứng với 7% lipid-50% protein môi trường 34°C-9‰. Các nghiệm thức cá nuôi ở môi trường 34°C-9‰ có PER thấp hơn có ý nghĩa (p<0,05) so với các nghiệm thức được nuôi ở môi trường 28°C-0‰. Kết quả nghiên cứu cho thấy cá lóc có nhu cầu năng lượng cao từ cả protein và lipid trong thức ăn. Cá lóc sống trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao một phần protein đã chuyển hóa thành năng lượng tiêu hao ứng phó với môi trường bất lợi đã làm cho hiệu quả chuyển hóa protein của cá giảm.

Chỉ số tích lũy protein (NPU) ở 28°C-0‰ có giá trị từ (0,36 – 0,43), cao hơn so với môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰) (NPU = 0,16 – 0,22). Tuy nhiên trên cả hai môi trường đều đạt giá trị cao nhất ở nghiệm thức 7% lipid-40% protein (tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 3,41) và 10% lipid-50% protein (tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 3,03) khác biệt có ý nghĩa so với đa số các nghiệm thức còn lại (p<0,05).

Bảng 4: Hệ số chuyển hóa thức ăn và hiệu quả sử dụng protein của cá thí nghiệm

Môi trường	Thí nghiệm thức		FI (%/cá/ngày)	FCR	PER	NPU
	Lipid (%)	Protein (%)				
28°C-0‰	7	40	3,24±0,15 ^b	0,87±0,03 ^a	2,75±0,15 ^f	0,43±0,02 ^{Bb}
28°C-0‰	7	45	3,24±0,12 ^b	0,91±0,05 ^a	2,24±0,11 ^e	0,37±0,02 ^{Ba}
28°C-0‰	7	50	3,31±0,26 ^b	0,92±0,07 ^a	2,00±0,14 ^d	0,36±0,02 ^{Ba}
28°C-0‰	10	40	2,99±0,52 ^b	0,87±0,16 ^a	2,31±0,07 ^e	0,37±0,01 ^{Ba}
28°C-0‰	10	45	2,94±0,12 ^b	0,82±0,07 ^a	2,24±0,07 ^e	0,38±0,01 ^{Ba}
28°C-0‰	10	50	2,79±0,15 ^b	0,77±0,09 ^a	2,41±0,08 ^e	0,42±0,05 ^{Bb}
34°C-9‰	7	40	2,57±0,16 ^a	1,11±0,11 ^b	1,33±0,26 ^c	0,21±0,04 ^{Ab}
34°C-9‰	7	45	2,81±0,11 ^a	1,22±0,03 ^b	1,09±0,05 ^{ab}	0,18±0,01 ^{Aa}
34°C-9‰	7	50	2,43±0,16 ^a	1,05±0,09 ^b	1,16±0,04 ^{bc}	0,21±0,01 ^{Aa}
34°C-9‰	10	40	2,48±0,28 ^a	1,17±0,10 ^b	0,94±0,01 ^a	0,16±0,01 ^{Aa}
34°C-9‰	10	45	2,75±0,17 ^a	1,19±0,06 ^b	1,00±0,07 ^{ab}	0,17±0,01 ^{Aa}
34°C-9‰	10	50	2,43±0,36 ^a	1,02±0,14 ^b	1,19±0,11 ^{bc}	0,22±0,02 ^{Ab}
Giá trị p _{MT}			0,000	0,000	0,000	0,000
E _{P:L}			0,137	0,077	0,000	0,000
MT*E _{P:L}			0,274	0,335	0,005	0,154

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). MT: Môi trường; E_{P:L}: tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn; MT*E_{P:L}: tương tác giữa môi trường và tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn; nếu MT*E_{P:L} > 0,05, so sánh thống kê theo từng nhân tố: MT (^{A,B}), E_{P:L} (^{a,b}).

Kết quả này cũng tương tự nghiên cứu của Nguyễn Trường Tịnh (2013), cá lóc nuôi ở độ mặn 3‰ sẽ cho tăng trưởng cao nhất và cá nuôi ở độ mặn 12‰ sẽ có FCR cao nhất và đạt tăng trưởng thấp nhất. Cùng nghiên cứu trên cá lóc về ảnh hưởng của nhiệt độ lên sinh trưởng và hoạt tính enzyme tiêu hóa của cá lóc, Võ Trường Chinh (2014) cho biết hoạt tính enzyme pepsine, chymotrypsine và α-amylase tăng dần theo nhiệt độ từ 22 đến 34°C, tăng trưởng cá đạt cao nhất ở 31°C và hệ số chuyển hóa thức ăn thấp nhất.

Như vậy, trong điều kiện môi trường nhiệt độ và độ mặn tăng cao (34°C-9‰), lượng thức ăn ăn vào của cá lóc giảm, FCR tăng, hiệu quả sử dụng protein (PER) và hiệu suất tích lũy Protein (NPU) của cá giảm.

3.3 Hiệu quả sử dụng lipid và chỉ số hepatosomatic index (HSI)

Bảng 5 trình bày kết quả về hệ số chuyển hóa lipid (LER), hiệu suất tích lũy lipid (LR) của cá chịu ảnh hưởng riêng biệt bởi môi trường và bởi tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn. Riêng chỉ số HSI% chỉ chịu tác động ($p < 0,05$) bởi tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn.

Ở cả hai môi trường, giá trị hệ số chuyển hóa lipid (LER) cao nhất ở thí nghiệm thức 7% lipid-40% protein (tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 3,41) và thấp nhất ở 10% lipid-40% protein (tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 2,49). hệ số chuyển hóa lipid (LER) của cá nuôi ở 28°C-0‰ dao

động từ 9,4-15,0 cao hơn ($p < 0,05$) so với cá nuôi ở môi trường 34°C-9‰ (3,81-7,77).

Chỉ số gan tụy HSI% chỉ chịu ảnh hưởng ($p < 0,05$) bởi tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn, chỉ số gan tụy HSI thấp nhất ở thí nghiệm thức lipid cao và protein cao (50%protein-10% lipid với tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 3,03) và cao nhất ở thí nghiệm thức lipid thấp và protein thấp (40%protein-7% lipid với tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn 3,41). Bảng 5 cho thấy tỉ lệ khối lượng gan so với tổng khối lượng cá giảm dần khi hàm lượng lipid và protein trong thức ăn tăng.

Kết quả nghiên cứu cũng tương tự như Sagada *et al.* (2017) trên cá *Channa agrus*, thức ăn gia tăng từ 45-51% protein thì chỉ số HSI có 2,8% còn 2,6% và ở mức lipid 9-12% trong thức ăn thì HSI% gia tăng sau đó lại có xu hướng giảm ở thí nghiệm thức 15% lipid. Theo Nguyễn Hoàng Đức Trung (2011), thí nghiệm trên cá tra (11,7 g/con) kết quả về hiệu quả sử dụng lipid (LER) và hiệu suất tích lũy lipid (LR%) giảm dần (30,0-7,43 và 35,9-11,5) khi hàm lượng chất béo trong thức ăn tăng từ 2-12%.

Vậy, hiệu quả sử dụng lipid (LER) và hiệu suất tích lũy lipid (LR) của cá lóc chịu ảnh hưởng riêng biệt bởi nhiệt độ và độ mặn của môi trường và tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn, tuy nhiên chỉ số gan tụy (HSI) của cá thí nghiệm chỉ chịu ảnh hưởng bởi tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn.

Bảng 5: Hệ số tích lũy lipid và Chỉ số hepatosomatic Index (HSI) của cá ở các loại thức ăn và môi trường sống khác nhau

Môi trường	Nghiệm thức		LER	LR	HSI (%)
	Lipid (%)	Protein (%)			
28°C-0‰	7	40	15,0±0,48 ^{Bc}	0,81±0,05 ^{Bbc}	1,69±0,01 ^d
28°C-0‰	7	45	13,9±0,82 ^{Bc}	0,78±0,07 ^{Bbc}	1,62±0,03 ^{cd}
28°C-0‰	7	50	13,4±1,06 ^{Bc}	0,78±0,09 ^{Bbc}	1,50±0,21 ^{cd}
28°C-0‰	10	40	9,38±0,23 ^{Ba}	0,65±0,18 ^{Ba}	1,54±0,22 ^{bc}
28°C-0‰	10	45	10,1±0,26 ^{Ba}	0,74±0,08 ^{Bab}	1,48±0,08 ^{ab}
28°C-0‰	10	50	11,5±1,43 ^{Bb}	0,86±0,08 ^{Bc}	1,38±0,10 ^a
34°C-9‰	7	40	7,40±1,36 ^{Ac}	0,40±0,07 ^{Abc}	1,56±0,18 ^d
34°C-9‰	7	45	6,79±0,38 ^{Ac}	0,38±0,02 ^{Abc}	1,58±0,22 ^{cd}
34°C-9‰	7	50	7,77±0,18 ^{Ac}	0,46±0,04 ^{Abc}	1,66±0,28 ^{cd}
34°C-9‰	10	40	3,81±0,04 ^{Aa}	0,25±0,02 ^{Aa}	1,79±0,21 ^{bc}
34°C-9‰	10	45	4,53±0,32 ^{Aa}	0,32±0,02 ^{Aab}	1,45±0,09 ^{ab}
34°C-9‰	10	50	6,06±0,64 ^{Ab}	0,41±0,05 ^{Ac}	1,50±0,35 ^a
Giá trị p _{MT}			0,000	0,000	0,172
E _{P:L}			0,000	0,003	0,000
MT*E _{P:L}			0,066	0,787	0,314

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). MT: Môi trường; E_{P:L}: tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn; MT*E_{P:L}: tương tác giữa môi trường và tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn; nếu $p_{MT*E_{P:L}} > 0,05$, so sánh thống kê theo từng nhân tố: MT (^{A,B}), E_{P:L} (^{a,b}).

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Môi trường có nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰) làm giảm tỉ lệ sống; tăng trưởng; tỉ lệ thức ăn ăn vào; hiệu quả sử dụng thức ăn; hiệu quả sử dụng protein, lipid và hiệu quả tích lũy protein, lipid tuy nhiên không ảnh hưởng lên chỉ số gan tụy (HSI) của cá lóc.

Tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn ảnh hưởng lên tăng trưởng; hiệu quả sử dụng và tích lũy dưỡng chất (protein, lipid) của cá lóc.

Tỉ lệ năng lượng protein/lipid trong thức ăn tối ưu trong thức ăn cho cá lóc là 3,5 tương ứng mức protein, lipid trong thức ăn là 7% lipid-40% protein ở điều kiện nhiệt độ và độ mặn 28°C-0‰; và 3,37 tương ứng mức protein, lipid trong thức ăn là 7% lipid-45% protein ở điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰).

Cần nghiên cứu thêm một số dưỡng chất bổ sung giúp cải thiện tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức của cá lóc trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Aliyu-Paiko, M., Hashim, R. and Shu-Chien, A. C., 2010. Influence of dietary lipid/protein ratio on survival, growth, body indices and digestive lipase activity in Snakehead (*Channa striatus*, Bloch 1793) fry reared in recirculating water system. *Aquac. Nutr.*, 16(1): 466-474.

AOAC (Association of Official Agricultural Chemists), 2000. Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists Arlington.

Arockiaraj, A. J., Muruganandam, M., Marimuthu, K. and Haniffa, M. A., 1999. Utilization of carbohydrate as a dietary energy source by the striped murrel *Channa striatus* (Bloch) fingerlings. *Acta Zoologica Taiwanica*, 10(2): 103-111.

Catacutan, M. R., and Coloso, R. M., 1995. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 131(1-2): 125-133.

Dupree, H. K. and Sneed, K. E., 1966. Response of diannel catfish fingerlings to different levels of major nutrients in purified diets. Tedi. Paper 9 of the Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, U. S. Gov. Printing Office (Washington, D. C.): 1-21.

Glencross, B. D., 2008. A factorial growth and feed utilisation model for barramundi, *Lates calcarifer* based on Australian production conditions. *Aquacult. Nutr.*, 14: 360-373.

Glencross, B. D., Phuong, N.T., Hien, T.T.T., Tu, T.L.C., 2010. A factorial approach to defining the energy and protein requirements of Tra Catfish,

- Pangasianodon hypophthalmus*. Aquaculture Nutrition 17(2): 396–405.
- Halver, J. E. and Hardy, R. W., 2002. Fish nutrition. International standard book, 824 pages.
- Lê Hồng Thắm, Võ Thị Thanh Bình và Lê Thanh Hùng, 2013. Xác định nhu cầu protein trong thức ăn cá lăng nha (*Mystus wyckioides*, Chau & Fang 1949) giai đoạn cá giống. Hội nghị Khoa học trẻ ngành Thủy sản toàn quốc lần thứ IV. Trường Đại Học Nông Lâm, TP Hồ Chí Minh, 80-86.
- Ngô Minh Dung, 2018. Ứng dụng mô hình sinh hóa xác định nhu cầu năng lượng và protein để phát triển thức ăn cho cá lóc (*Channa striata*). Luận án Tiến sĩ ngành Nuôi trồng thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn Hoàng Đức Trung, 2011. Ảnh hưởng của chất béo trong thức ăn lên sinh trưởng và thành phần hóa học của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). Luận văn Thạc sĩ ngành Nuôi trồng thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn Trường Tĩnh, 2013. Ảnh hưởng của độ mặn đến hoạt tính men tiêu hóa và tốc độ tăng trưởng của cá lóc (*Channa striata* Block, 1793). Luận văn Thạc sĩ ngành Nuôi trồng thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
- Page, L.W. and Andrews, J. W., 1973. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Journal of Nutrition 103(4): 1339- 1346.
- Sagada, G., Chen, J. B., Shen, A., Huang, L., Sun, J., Jiang and Jin, C., 2017. Optimizing protein and lipid level in practical diet for juvenile northern Snakehead fish (*Channa striata*). Animal Nutrition 3(3): 156-163.
- Samantaray, K. and Mohanty, S. S., 1997. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead *Channa striata*. Aquaculture 156(1): 241-249.
- Trần Lê Cẩm Tú, Dương Kim Loan, Trang Tuấn Nhi và Trần Thị Thanh Hiền, 2014. Xác định nhu cầu protein của cá kèo giống (*Pseudapocryptes elongatus*, Cuvier 1816) ở hai mức năng lượng. Tạp chí Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề Thủy sản (1): 302 – 309.
- Trần Quốc Bình, Vũ Anh Tuấn, Lê Hữu Hiệp và Nguyễn Thúy An, 2012. Nghiên cứu ti lệ tối ưu về protein và năng lượng trong thức ăn cho cá Chêm (*Lates calcarifer*, Bloch 1970) giống. Viện Nghiên Cứu NTTS II.
- Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009. Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp. TP Hồ Chí Minh. 191 trang.
- Trần Thị Thanh Hiền, Nguyễn Hữu Bon, Lam Mỹ Lan và Trần Lê Cẩm Tú, 2013. Nghiên cứu xác định nhu cầu protein và lipid của cá thát lát còm (*Chitala chitala*) giai đoạn giống. Tạp chí Nghiên cứu Khoa học Trường Đại học Cần Thơ: 196- 204.
- Trung, D. V., Diu, N. T., Hao, N. T., and Glencross, B. D., 2011. Development of a nutritional model to define the energy and protein requirements of tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 320(1): 69-75.
- Tuan, L. A., and William, K. C., 2007. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture 267(1-4): 129– 138
- Võ Trường Chinh, 2014. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên hoạt tính enzyme tiêu hóa, độ tiêu hóa thức ăn tăng trưởng của cá lóc đen (*Channa striata*). Luận văn Thạc sĩ ngành Nuôi trồng thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
- Vũ Duy Giảng, 2006. Giáo trình Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, 142 trang.