



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.004

XÁC ĐỊNH TỈ LỆ NĂNG LƯỢNG (PROTEIN: LIPID) TỐI ƯU CỦA CÁ ĐIỀU HỒNG (*Oreochromis* SP.) TRONG ĐIỀU KIỆN NHIỆT ĐỘ-ĐỘ MẶN CAO

Trần Lê Cẩm Tú^{1*}, Trần Thị Thanh Hiền¹, Yutaka Haga² và Trần Minh Phú¹

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Khoa Nông nghiệp Thủy sản, Trường Đại học Osaka, Nhật Bản

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Lê Cẩm Tú (email: tlctu@ctu.edu.vn)

ABSTRACT

Research on the survival rate, growth, feed conversion ratio, nutrients (protein, lipid) utilization efficiency and retention of red tilapia (*Oreochromis* sp.) 7.06 g was conducted on two environmental cultured conditions: normal (28°C-0‰) and high temperature and salinity (34°C-12‰) with six diet treatments consisting three levels of protein (25, 30 and 35%) and two levels of lipid (6 and 9%) corresponding to the energy level is 13.42, 15.76, 17.99, 12.90, 15.26, and 17.84 KJ/g; and the dietary energy ratios originated from protein/lipid 2.59, 3.08, 3.67, 1.71, 2.01 and 2.33, respectively over a 25-day period. The results showed that the high temperature and salinity (34°C-12‰) of cultured environment significantly increased the survival rate; growth; feed intake; and retention of nutrients (protein and lipid), but did not affect HSI (hepatopancreas volume) of red tilapia. The dietary ratio of energy originated from protein and lipids only influenced the retention of protein (NPU). The optimal dietary ratio of energy (protein: lipid) for red tilapia is 2.8 at normal cultured condition (28°C-0‰); 2.6 at high temperature and salinity (34°C-12‰) and this means red tilapia cultured in high temperature-salinity preferred energy from dietary lipid

TÓM TẮT

Nghiên cứu xác định tỉ lệ sống, tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, hiệu quả tích lũy dưỡng chất (protein, lipid) của cá điều hồng (*Oreochromis* sp.) 7,06 g được thực hiện trong môi trường nuôi bình thường (28°C-0‰) và môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰) với sáu nghiệm thức thức ăn gồm ba mức protein (25, 30 và 35%) và hai mức lipid (6 và 9%) tương ứng với các mức năng lượng là 13,42; 15,76; 17,99; 12,90; 15,26; 17,84 KJ/g; và tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) lần lượt là 2,59; 3,08; 3,67; 1,71; 2,01 và 2,33 trong thời gian nuôi 25 ngày. Kết quả cho thấy nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰) của môi trường làm tăng tỉ lệ sống; tăng trưởng; tỉ lệ thức ăn ăn vào; hiệu quả tích lũy protein, hiệu quả tích lũy lipid tuy nhiên không ảnh hưởng lên tỉ lệ HSI (khối lượng gan tụy) của cá điều hồng. Tỉ lệ năng lượng (protein: lipid) trong thức ăn chỉ ảnh hưởng lên tích lũy protein của cá điều hồng. Tỉ lệ năng lượng (protein: lipid) tối ưu trong thức ăn cho cá điều hồng là 2,8 ở điều kiện nhiệt độ và độ mặn bình thường (28°C-0‰); 2,6 ở điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰). Như vậy khi cá điều hồng nuôi trong điều kiện môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰), cá có nhu cầu sử dụng năng lượng từ lipid trong thức ăn nhiều hơn.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/10/2019

Ngày nhận bài sửa: 22/12/2019

Ngày duyệt đăng: 23/04/2020

Title:

The optimal ratio of energy (protein: lipid) of red tilapia (*Oreochromis* sp.) cultured in combined high temperature and saline water

Từ khóa:

Cá điều hồng (*Oreochromis* sp.), độ mặn, năng lượng, nhiệt độ, protein

Keywords:

Energy, red Tilapia (*Oreochromis* sp.), protein, salinity, temperature

Trích dẫn: Trần Lê Cẩm Tú, Trần Thị Thanh Hiền, Yutaka Haga và Trần Minh Phú, 2020. Xác định tỉ lệ năng lượng (protein: lipid) tối ưu của cá điều hồng (*Oreochromis* sp.) trong điều kiện nhiệt độ - độ mặn cao. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Thủy sản)(1): 29-37.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá điều hồng (*Oreochromis sp.*) hay cá rô phi đỏ là một trong những loài được nuôi phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long bên cạnh cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*), cá lóc (*Channa striata*) và các loài khác vì thịt ngon và giá trị dinh dưỡng cao. Không chỉ phổ biến ở ĐBSCL, cá rô phi còn rất phổ biến trên thế giới. Theo Josupeit (2010) hoạt động nuôi cá rô phi toàn cầu đang tăng rất nhanh: từ 380.000 tấn năm 1990 lên xấp xỉ sáu triệu tấn vào năm 2018 (FAO, 2019), được dự đoán sẽ tiếp tục tăng trong mười năm tới vì nhiều lý do. Một trong những lý do là cá rô phi có hệ thống đa canh tác kết hợp với nhiều loài thủy sản khác và là loài cá có khả năng chịu đựng độ mặn rộng (Watanabe *et al.*, 1993). Biến đổi khí hậu được dự đoán sẽ ảnh hưởng đến đa dạng sinh học ở Việt Nam, đặc biệt là ở Đồng bằng sông Cửu Long. Các dự đoán bao gồm sự gia tăng nhiệt độ môi trường và mực nước biển tăng dẫn đến tăng độ mặn và xâm nhập mặn vào các vùng nước ngọt. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của độ mặn và nhiệt độ đến sự tăng trưởng, tỷ lệ tiêu hóa và sử dụng thức ăn của các loài cá khác nhau: cá rô phi (Iqbal *et al.*, 2012; Küçük *et al.*, 2013), tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) (Wang *et al.*, 2015). Riêng đối với cá rô phi, nghiên cứu về ảnh hưởng của độ mặn lên tăng trưởng (Rodriguez *et al.*, 2015), hiệu quả sử dụng thức ăn (Hassan *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2006). Một số nghiên cứu về nhu cầu protein và năng lượng đối với các loài nhiệt đới: cá trê (Glencross *et al.*, 2011), cá rô phi (Trung *et al.*, 2011), tôm thẻ chân trắng (Wang *et al.*, 2015), cá giò (Van Tien *et al.*, 2016) và cá lóc *Channa striata* (Ngô Minh Dung và Trần Thị Thanh Hiền, 2017). Tuy nhiên rất ít nghiên cứu về ảnh hưởng đồng thời của độ mặn và nhiệt độ lên nhu cầu dinh dưỡng của động vật thủy sản. Vì thế, nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao lên tỉ lệ sống, tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, hiệu quả tích lũy dưỡng chất (protein, lipid) của cá điều hồng (*Oreochromis sp.*) được thực hiện. Nghiên cứu này nhằm xác định tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) tối ưu góp phần xây dựng công thức

thức ăn phù hợp cho cá điều hồng trong điều kiện biến đổi khí hậu.

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 điều hồng có kích cỡ 7,1 g/con được mua từ trại giống ở Cần Thơ (giống sản xuất nhân tạo). Cá được chuyển về và được thuần dưỡng một tuần trong bể composite 500 L, trong suốt thời gian thuần dưỡng cá được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp với hàm lượng protein 25% và lipid 6%.

Độ mặn được pha bởi nước ngọt từ nguồn nước máy và nước ót (80%) được vận chuyển từ Vĩnh Châu, Sóc Trăng. Mỗi ngày tăng độ mặn 3‰ thông qua việc tính nồng độ 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, thời gian tăng nhiệt xuyên suốt 24 giờ theo mức nhiệt 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

Thí nghiệm được chia thành hai lô (MT1: 28°C-0‰ và MT2: 34°C-12‰). Mỗi lô được cho ăn với sáu nghiệm thức thức ăn bao gồm NT1 : 6% lipid-25% protein; NT2 : 6% lipid-30% protein; NT3 : 6% lipid-35% protein; NT4 : 9% lipid-25% protein; NT5 : 9% lipid-30% protein; NT6 : 9% lipid-35% protein. Với mức năng lượng tương ứng của mỗi nghiệm thức thức ăn là: 13,42; 15,76; 17,99; 12,90; 15,26; 17,84 KJ/g (Bảng 1). Cá được bố trí trên bể 200 L, thể tích nước 150 L, số lượng 30 con/bể với khối lượng trung bình 7,06±0,03 g/con. Bể cá được sục khí liên tục trong suốt 25 ngày thí nghiệm. Các nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với ba lần lặp lại.

Thức ăn được ép viên 1-2 mm, sấy khô ở 60°C trong 24 giờ và bảo quản ở -20°C trong suốt thời gian thí nghiệm.

Bảng 1: 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 (g.kg ⁻¹)						
Bột cá Kiên Giang 65	133	213	294	142	222	303
Bột đậu nành li trích	308	312	316	297	301	305
Cám gạo (tươi)	122	122	122	122	122	122
Bột mì tinh (tinh bột sắn)	475	390	305	442	358	273
Dầu cá	23	19	15	38	34	29
Dầu nành	0,5	2,0	3,4	16,2	17,7	19,1
Premix*	20	20	20	20	20	20
Kết dính	10	10	10	10	10	10
Dịch đầu tôm	15	15	15	15	15	15
Thành phần hóa học thức ăn (g.kg ⁻¹) (kết quả phân tích)						
Protein	256	304	356	258	306	359
Lipid	59	59	58	90	91	92
Tro	64	68	60	51	68	86
Carbohydrate	621	569	526	601	535	463
NL (KJ/g)	19,08	19,32	19,77	20,00	20,05	20,10
P:E (mg/KJ)	13,42	15,76	17,99	12,90	15,26	17,84
Tỉ lệ năng lượng (Protein)/(Lipid)	2,59	3,08	3,67	1,71	2,01	2,33

(*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, chăm sóc và thu mẫu

Cá được cho ăn hai lần theo nhu cầu vào lúc (8 giờ và 16 giờ). Thức ăn thừa được vớt ra khỏi bể và đếm số lượng viên để tính lượng thức ăn mà cá đã sử dụng. Nước được thay ba ngày/lần, lượng nước thay 50%. Trong quá trình thí nghiệm các yếu tố môi trường pH, nhiệt độ, độ mặn, oxy hòa tan được đo hai lần/ngày vào buổi sáng (8-9 giờ), buổi chiều (14-15 giờ). Nhiệt độ và pH được đo bằng máy (SevenGo, Mettler Toledo, USA), oxy được đo bằng máy đo oxy (SevenGo pro, Mettler Toledo, USA). Độ mặn được đo bằng máy đo độ mặn (Atago, Nhật Bản). TAN được kiểm tra một tuần/lần bằng kit thử nhanh (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 khối lượng nội tạng của 10 cá thể trên mỗi bể để xác định chỉ số HSI (Hepatosomatic Index) và lưu mẫu cá để phân tích thành phần hóa học gồm ẩm độ, protein, lipid, khoáng, năng lượng.

2.4 Các chỉ tiêu đánh giá

Tăng trưởng của cá được đánh giá qua các chỉ tiêu

- Tốc độ tăng trọng theo ngày (Daily Weight Gain-DWG) (g/ngày) = (W_t - W₀)/t
- Tỉ lệ sống (Survival Rate - SR%) = (Số cá thể cuối/số cá thể đầu) x 100

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

- Lượng thức ăn cá ăn vào (%/cá/ngày):

$$FI = [(Trung\ bình\ lượng\ thức\ ăn\ sử\ dụng/con/ngày) \times 100] / (W_o \times W_t)^{0.5}$$

- 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):

$$PER = (W_t - W_o) / \text{Lượng đạm ăn vào}$$

- Hiệu quả sử dụng lipid (Lipid efficiency Ratio - LER):

$$LER = (W_t - W_o) / \text{Lượng chất béo ăn vào}$$

- Chỉ số tích lũy lipid (Lipid Retention - LR):

$$LR = ((L_t - L_o) / \text{Lượng lipid ăn vào})$$

- Hiệu suất protein tích lũy (Net protein utilization - NPU)

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

- Chỉ số Hepatosomatic Index - HSI:

HSI= Trọng lượng khối gan tụy/Trọng lượng cơ thể.

Trong đó: W_0 trọng lượng cá ban đầu (g); W_t trọng lượng cá sau thí nghiệm (g); t ngày nuôi (ngày); L_0 chất béo cá trước thí nghiệm; L_t chất béo cá sau thí nghiệm

2.5 Phương pháp phân tích mẫu

Các chỉ tiêu về ẩm độ, protein, lipid, tro được xác định theo phương pháp AOAC (2000). Ẩm độ được phân tích bằng cách sấy mẫu ở nhiệt độ 105°C trong 24h. Chênh lệch trọng lượng mẫu trước và sau khi sấy chính là ẩm độ. Protein thô được phân tích bằng phương pháp Kjeldahl qua ba giai đoạn: công phá, chưng cất và chuẩn độ. Lipid thô được xác định qua quá trình ly trích mẫu trong dung dịch chloroform nóng trong hệ thống Soxhlet. Chất khoáng (tro) được xác định bằng cách đốt cháy mẫu và nung trong tủ nung ở nhiệt độ 560°C trong tám giờ. Quá trình này hoàn tất khi mẫu có màu trắng hoặc màu xám. Carbohydrate: CHO=100-(Protein+Lipid+Tro). Chỉ tiêu năng lượng được xác định theo công thức: Năng lượng (KJ/g) = [(protein x 23,7+ lipid x 39,5+ CHO x 17,2)/100].

2.6 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được phân tích theo phương sai ANOVA ba 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 23.0.

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 Môi trường thí nghiệm

Các yếu tố môi trường trong thí nghiệm dao động ở mức: 25,5-28,7°C; 31,8-35,4°C; Oxy hòa tan: 4,22-5,13 mg/L và pH: 7,2-7,8. Hàm lượng TAN ở 0‰ dao động từ 2,3-3,5 mg/L và 2,2-4,1 mg/L ở 12‰. Nhìn chung các yếu tố môi trường trong thí nghiệm đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá thí nghiệm.

3.2 Tăng trưởng và tỉ lệ sống và của cá

Sau 25 ngày thí nghiệm, kết quả tăng trưởng của cá chịu ảnh hưởng bởi nhiệt độ, độ mặn và hàm lượng lipid trong thức ăn, cũng như ảnh hưởng tương tác giữa ba nhân tố đều có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$). Tỉ lệ sống của cá thí nghiệm chịu ảnh hưởng bởi nhiệt độ và độ mặn cao ($p<0,05$) (Bảng 2).

Bảng 2: Tăng trưởng của cá với các loại thức ăn và môi trường khác nhau

Môi trường	Nghiệm thức		W_0 (g/con)	W_t (g/con)	DWG (g/ngày)	SR (%)
	Lipid (%)	Protein (%)				
28°C-0‰	6	25	7,06±0,003	13,5±0,06 ^{bc}	0,26±0,13 ^{bc}	95,6±0,05
28°C-0‰	6	30	7,06±0,003	13,3±0,02 ^{bc}	0,25±0,04 ^{bc}	91,1±0,08
28°C-0‰	6	35	7,08±0,01	12,3±0,04 ^{bc}	0,21±0,08 ^{bc}	95,6±0,04
28°C-0‰	9	25	7,04±0,01	10,2±0,02 ^a	0,13±0,08 ^a	97,8±0,02
28°C-0‰	9	30	7,06±0,003	12,1±0,03 ^b	0,20±0,08 ^b	94,4±0,07
28°C-0‰	9	35	7,06±0,003	12,1±0,08 ^{bc}	0,20±0,18 ^{bc}	94,4±0,02
34°C-12‰	6	25	7,06±0,01	13,9±0,04 ^{bc}	0,27±0,07 ^{bc}	98,9±0,02
34°C-12‰	6	30	7,07±0,005	13,1±0,05 ^{bc}	0,24±0,11 ^{bc}	98,9±0,02
34°C-12‰	6	35	7,04±0,01	13,8±0,15 ^{bc}	0,27±0,30 ^{bc}	97,8±0,02
34°C-12‰	9	25	7,06±0,003	13,1±0,09 ^{bc}	0,24±0,19 ^{bc}	100±0,00
34°C-12‰	9	30	7,06±0,01	14,2±0,26 ^c	0,28±0,26 ^c	97,8±0,02
34°C-12‰	9	35	7,04±0,01	12,5±0,09 ^{bc}	0,22±0,09 ^{bc}	97,8±0,04
Giá trị p						
MT			ns	**	**	*
Protein			ns	ns	ns	ns
Lipid			ns	*	*	ns
MT*Protein			ns	ns	ns	ns
MT*Lipid			ns	ns	ns	ns
Protein*Lipid			ns	ns	ns	ns
MT*Protein*Lipid			ns	*	*	ns

Ghi chú: Giá trị thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một cột, khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức $p<0,05$ (*); $p<0,01$ (**); ns: không khác biệt có ý nghĩa thống kê

Cá điều hồng tăng trưởng tốt hơn ($p<0,05$) trong điều kiện nhiệt độ, độ mặn cao (34°C-12‰) và khi

cá được cho ăn thức ăn chứa hàm lượng lipid thấp (6%). Cá tăng trưởng tốt nhất ở nghiệm thức môi

trường nhiệt độ và độ mặn cao và được cho ăn thức ăn 30P-9L; tăng trưởng thấp nhất ở nghiệm thức môi trường nhiệt độ và độ mặn bình thường (28°C-0‰) và ăn thức ăn 25P-9L.

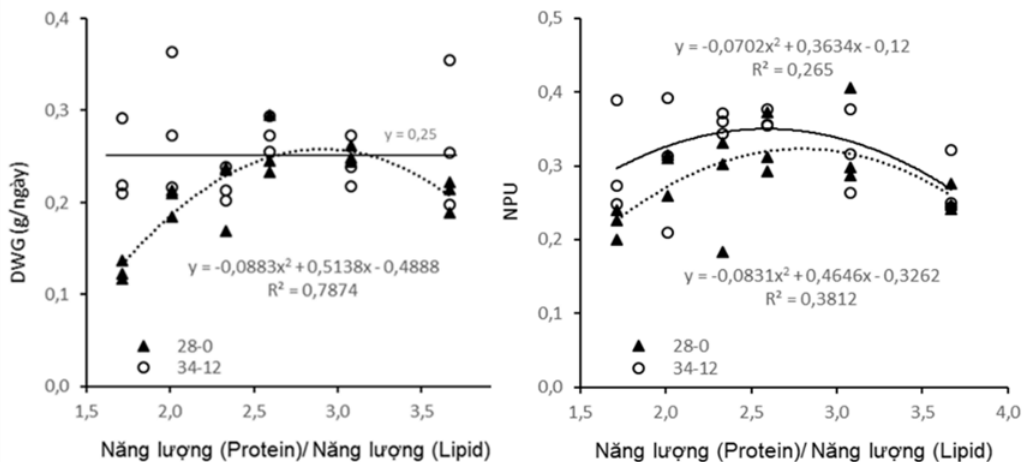
Kết thúc thí nghiệm, tỉ lệ sống trung bình của cá giữa các nghiệm thức ở lô MT1, nhiệt độ và độ mặn bình thường (28°C-0‰) có tỉ lệ sống 95% thấp hơn ($p < 0,05$) so với lô MT2, môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰) là 99%.

Ở môi trường nuôi 28°C-0‰ nghiệm thức có hàm lượng lipid 6% tăng trưởng của cá cao ở nghiệm thức 25P và có xu hướng giảm dần; trong khi ở các nghiệm thức có hàm lượng lipid 9% tăng trưởng của cá cao ở nghiệm thức 30 và 35P và có xu hướng tăng. Ở môi trường nuôi 34°C-12‰ các nghiệm thức có hàm lượng lipid 9%, đỉnh tăng trưởng của cá ở nghiệm thức 30P.

Theo Likongwe *et al.* (1996), cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) sinh trưởng và phát triển bình thường ở nhiệt độ 32°C và độ mặn 8‰. Tuy

niên nghiên cứu hiện tại cho thấy nhiệt độ và độ mặn cao hơn (34°C-12‰) ảnh hưởng lên tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá điều hòa. Nguyên nhân khi đồng thời nhiệt độ và độ mặn tăng sẽ ảnh hưởng lên áp suất thẩm thấu và nồng độ ion trong máu cũng như hàm lượng nước trong cơ thịt của cá (Sardella *et al.*, 2004).

Một số nghiên cứu chỉ ra nhiệt độ và độ mặn làm gia tăng nhu cầu protein của cá. Nhu cầu protein của cá vược nước ngọt (*Morone sacatilis*) ở 20°C là 47% protein, và 24°C là 55% protein (Millikin, 1983; trích bởi Halver and Hardy, 2002). Cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*) 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% và khi độ mặn tăng thì yêu cầu về protein cho cá cũng gia tăng, cụ thể nhu cầu protein trong khẩu phần của cá là 40% và 43,5% khi độ mặn lần lượt là 10‰ và 20‰ (Vũ Duy Giảng, 2006).



Hình 1: Ảnh hưởng của tỉ lệ năng lượng (protein/lipid) lên tăng trưởng (trái) và hiệu quả tích lũy protein (phải) của cá thí nghiệm trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn khác nhau (28°C-0‰ và 34°C-12‰)

Nghiên cứu về tỷ lệ protein/năng lượng (P/E) cho thấy ở cá lóc giống (*Channa striata*) tăng trưởng cao nhất và hệ số thức ăn thấp nhất khi cho ăn thức ăn có chứa 40% protein và tỷ lệ P/E là 21,5 mg/KJ (Samantaray and Mohanty, 1997). Tuy nhiên, để thúc đẩy cá 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 và chế độ ăn đảm bảo tỉ lệ PUFA $n3/n6=0,1$ (Aliyu-Paiko *et al.*, 2010). Ngô Minh Dung (2018) cho biết nhu cầu protein tiêu hóa ở cá lóc thay đổi tùy theo kích cỡ cá và mức năng lượng trong thức ăn: năng lượng tiêu

hóa (DE) là 16 KJ/g, nhu cầu protein tiêu hóa (DP) lần lượt là 42, 36, 34, 33 và 30% tương ứng với kích cỡ cá có khối lượng 5, 50, 100, 200 và 500 g/con, nhu cầu DP/DE của cá lóc lần lượt là 26,4 và 18,6 mg/KJ với các kích cỡ cá 5 g, đến 500 g trong nuôi nhồi phôi; nhu cầu protein của cá kèo giống (*Pseudapocryptes elongatus*, 3,55g/con) là 42,8% ở mức năng lượng 18 KJ/g và 35,4% ở 20 KJ/g (Trần Lê Cẩm Tú và ctv., 2014). Cá chêm (*Lates calcarifer*) tăng trưởng tối ưu khi cho ăn thức ăn có chứa 42,5% protein, 10% lipid, P/E là 128 mg/Kcal (Catacutan and Coloso, 1995). Đối với cá vàng (*Carassius auratus*) DP/DE tối ưu là 119 - 125

mg/Kcal khi sử dụng thức ăn có hàm lượng protein từ 38 đến 40% và mức năng lượng là 3,2 Kcal/g (Souto *et al.*, 2013). Nhu cầu protein tối ưu cho cá thát lát còm (*Chitala chitala*) 2,42 g/con giống 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 mg/KJ (Trần Thị Thanh Hiền và *ctv.*, 2013). Cá mú (*Epinephelus malabaricus*) giai đoạn giống tăng trưởng tối ưu khi sử dụng thức ăn chứa 55% protein, 12% lipid và tỷ lệ P/E là 28 mg/KJ (Tuan and Williams, 2007).

Theo Hình 1, sau khi xác định giá trị *p* tương quan giữa tỷ lệ năng lượng protein/lipid với DWG hoặc NPU, chúng ta nhận thấy cá nuôi ở môi trường MT2 (34°C-12‰) có tốc độ tăng trưởng cao hơn (*p*<0,05) và tích lũy protein cho tăng trưởng (NPU) cao hơn (*p*<0,05; Bảng 3) so với cá nuôi ở môi trường MT1 (28°C-0‰). Ở MT1 tỉ lệ năng lượng protein/lipid tối ưu 2,9 và không tìm thấy tỉ lệ tối ưu khi cá được nuôi ở môi trường MT2. Tuy nhiên, tỉ lệ này lại ảnh hưởng lên hiệu quả tích lũy protein (NPU) cho tăng trưởng của cá (*p*<0,05), tỉ lệ tối ưu

2,8 ở MT1 (*p*<0,05) và thể hiện xu hướng 2,6 ở MT2 (0,05<*p*<0,1). Điều này cho thấy cá 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, ngược lại trong môi trường nuôi nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰) thì cá có xu hướng sử dụng năng lượng từ lipid nhiều hơn.

Như vậy khi cá điều hồng nuôi trong điều kiện môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰) tỉ lệ sống và tăng trưởng tăng và cá có xu hướng sử dụng năng lượng từ lipid trong thức ăn nhiều hơn.

3.3 Hiệu quả sử dụng thức ăn của cá

Theo Bảng 3, lượng thức ăn ăn vào (FI %/cá/ngày) chịu sự ảnh hưởng (*p*<0,05) của cả ba nhân tố và hầu hết có sự tương tác giữa các nhân tố (trừ tương tác giữa môi trường và hàm lượng lipid trong thức ăn). Hệ số thức ăn (FCR) và hiệu quả sử dụng protein (PER) chỉ chịu sự ảnh hưởng của hàm lượng protein trong thức ăn (*p*<0,05). Hiệu quả tích lũy protein cho tăng trưởng (NPU) chịu ảnh hưởng bởi môi trường nuôi và tỉ lệ năng lượng protein/lipid của thức ăn (*p*<0,05).

Bảng 3: Hệ số thức ăn và hiệu quả sử dụng protein của cá thí nghiệm

Môi trường	Nghiệm thức		FI (%/cá/ngày)	FCR	PER	NPU
	Lipid (%)	Protein (%)				
28°C-0‰	6	25	4,79±0,03 ^e	1,67±0,09 ^b	2,35±0,09 ^b	0,33±0,13 ^{Ab}
28°C-0‰	6	30	4,16±0,08 ^{bc}	1,47±0,10 ^a	2,25±0,11 ^b	0,33±0,20 ^{Aab}
28°C-0‰	6	35	3,79±0,01 ^{ab}	1,55±0,06 ^a	1,82±0,06 ^a	0,25±0,07 ^{Aa}
28°C-0‰	9	25	3,53±0,06 ^a	2,18±0,02 ^b	1,78±0,02 ^b	0,22±0,09 ^{Aa}
28°C-0‰	9	30	3,79±0,06 ^{ab}	1,58±0,01 ^a	2,07±0,01 ^b	0,29±0,10 ^{Aab}
28°C-0‰	9	35	3,79±0,04 ^a	1,58±0,17 ^a	2,07±0,16 ^a	0,29±0,29 ^{Aab}
34°C-12‰	6	25	5,21±0,04 ^f	1,73±0,07 ^b	2,27±0,07 ^b	0,36±0,03 ^{Bb}
34°C-12‰	6	30	4,36±0,08 ^{cde}	1,59±0,10 ^a	2,08±0,10 ^b	0,32±0,18 ^{Bab}
34°C-12‰	6	35	4,31±0,08 ^{cd}	1,48±0,15 ^a	1,93±0,15 ^a	0,27±0,16 ^{Ba}
34°C-12‰	9	25	4,72±0,04 ^{de}	1,76±0,19 ^b	2,25±0,19 ^b	0,30±0,25 ^{Ba}
34°C-12‰	9	30	4,53±0,05 ^{cde}	1,50±0,18 ^a	2,23±0,18 ^b	0,30±0,30 ^{Bab}
34°C-12‰	9	35	3,60±0,06 ^a	1,42±0,04 ^a	1,96±0,04 ^a	0,36±0,04 ^{Bab}
Giá trị <i>p</i>						
MT			**	ns	ns	*
Protein			**	**	**	ns
Lipid			**	ns	ns	ns
MT*Protein			*	ns	ns	ns
MT*Lipid			ns	ns	ns	ns
Protein*Lipid			**	ns	ns	*
MT*Protein*Lipid			**	ns	ns	ns

Ghi chú: Giá trị thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một cột, khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức *p*<0,05 (*); *p*<0,01 (**); ns: không khác biệt có ý nghĩa thống kê

Theo kết quả nghiên cứu hiện tại, nhiệt độ-độ mặn ảnh hưởng đến lượng thức ăn ăn vào (FI), với nhiệt độ-độ mặn cao hơn, cá tiêu thụ nhiều thức ăn hơn. Lượng thức ăn ăn vào thấp ở các nghiệm thức

MT1 25P-6L, MT1 35P-9L, MT2 35P-9L (lần lượt là 3,53; 3,79; và 3,60 %/cá/ngày) và cao nhất (*p*<0,05) ở MT2 25P-6L (5,21 %/cá/ngày). Cá nuôi trong môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (MT2) tiêu

thụ thức ăn nhiều hơn ($p < 0,05$) và tăng trưởng nhanh hơn ($p < 0,05$); ngược lại cho cá nuôi trong môi trường bình thường (MT1). Kết quả thể hiện môi trường nuôi không ảnh hưởng lên FCR. Trong thí nghiệm, cá trong các nghiệm thức môi trường nhiệt độ-độ mặn cao (MT2) được ghi nhận có dấu hiệu bơi lội nhiều hơn. Ngoài ra, khi độ mặn vượt quá điểm đẳng trương (áp suất thẩm thấu cân bằng), cá phải tiêu thụ nhiều năng lượng hơn để duy trì cân bằng áp suất thẩm thấu (Sardella *et al.*, 2004).

Kết quả của nghiên cứu hiện tại chỉ ra rằng khả năng tiêu thụ thức ăn có liên quan đến thành phần hoá học của thức ăn. Tăng hàm lượng lipid trong thức ăn làm giảm lượng thức ăn sử dụng ở cá. Ở các nghiệm thức ăn chứa lipid thấp (6%) và hàm lượng protein thấp (25%) cho thấy cá sử dụng thức ăn nhiều hơn ($p < 0,05$), lý do thức ăn chứa năng lượng càng thấp thì lượng thức ăn ăn vào sẽ càng nhiều nhằm thoả mãn nhu cầu năng lượng hàng ngày của cá do FI được điều chỉnh bởi năng lượng có thể chuyển hóa (El-sayed *et al.*, 2003). Lupatsch *et al.* (1998) chỉ ra hàm lượng protein trong thức ăn hưởng đến hiệu quả tích lũy protein và năng lượng ở cá rô phi (*Oreochromis niloticus*), và xu hướng tương tự được thể hiện trên cá da trơn chanel catfish (Bui *et al.*, 2013).

Hệ số thức ăn (FCR) của cá thí nghiệm cao nhất ($p < 0,05$) ở các nghiệm thức cho ăn thức ăn chứa hàm lượng protein thấp (25%) lần lượt là 1,67; 2,18; 1,73 và 1,76; nói cách khác hàm lượng protein thức ăn tăng thì FCR càng giảm. Hiệu quả sử dụng protein (PER) của thức ăn của cá có khuynh hướng hoàn toàn ngược lại với FCR.

Cá điều hồng nuôi trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao (MT2) tích lũy protein cho tăng trưởng (NPU) cao hơn ($p < 0,05$) so với cá nuôi trong điều kiện bình thường (MT1). NPU còn chịu ảnh hưởng của sự tương tác giữa hàm lượng protein và lipid trong thức ăn có nghĩa là NPU chịu ảnh hưởng bởi tỉ lệ năng lượng từ protein và lipid đóng góp trong thức ăn. NPU thấp nhất ($p < 0,05$) ở các nghiệm thức 35P-6L và 25P-9L và cao nhất ở các nghiệm thức 25P-6L.

Kết quả nghiên cứu phù hợp với nghiên cứu trên cá lăng nha (*Mystus wyckoides*), FCR giảm khi mức protein gia tăng từ 1,57 ở 25% protein chỉ còn 1,08 ở nghiệm thức 55% protein (Lê Hồng Thắm và *ctv.*, 2013). Nghiên cứu trên cá chêm (*Lates calcarifer*) giống (5,77 g/con) thì FCR thấp nhất (1,1) ở các công thức chứa năng lượng thấp (18 MJ/kg) so với mức năng lượng cao hơn 22 MJ/kg (các công thức thức ăn này có cung mức protein

59%) (Trần Quốc Bình và *ctv.*, 2012). Vậy khi thức ăn chứa hàm lượng protein cao và mức năng lượng phù hợp thì hệ số thức ăn sẽ giảm.

Như vậy, cá điều hồng nuôi trong điều kiện môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-9‰) thì lượng thức ăn ăn vào của cá tăng và hiệu quả tích lũy protein cho tăng trưởng tăng. Tuy nhiên hệ số thức ăn FCR và hiệu quả sử dụng protein PER chỉ chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng protein trong thức ăn.

3.4 Hiệu quả sử dụng lipid và chỉ số Hepatosomatic index (HSI)

Kết quả Bảng 4 về hệ số chuyển hóa lipid (LER) của cá chịu ảnh hưởng có ý nghĩa ($p < 0,05$) bởi hàm lượng protein, hàm lượng lipid trong thức ăn. Hệ số tích lũy lipid (LR) của cá chịu ảnh hưởng có ý nghĩa ($p < 0,05$) bởi môi trường, hàm lượng protein, hàm lượng lipid trong thức ăn. Tuy nhiên chỉ số HSI% không chịu tác động ($p > 0,05$) bởi bất cứ nhân tố nào. Không có sự tương tác đồng thời giữa môi trường, protein và lipid ($p > 0,05$) cho cả 3 chỉ tiêu trên.

Hiệu quả sử dụng lipid (LER) trong thức ăn của cá điều hồng thí nghiệm tăng khi hàm lượng protein trong thức ăn tăng, ngược lại LER giảm khi hàm lượng lipid trong thức ăn tăng. Cụ thể LER thấp nhất ($p < 0,05$) ở các nghiệm thức 25P-9L, LER lần lượt là 5,12 và 6,47 và cao nhất ở các nghiệm thức 30P-6L và 35P-6L, LER dao động trong khoảng 10,7-11,8.

Kết quả về chỉ số tích lũy lipid (LR), cá điều hồng được nuôi trong môi trường nhiệt độ và độ mặn cao (MT2) tăng tích lũy lipid ($p < 0,05$) so với cá nuôi trong điều kiện bình thường (MT1). Hàm lượng protein hoặc lipid trong thức ăn tăng thì cá giảm tích lũy lipid. LR cao nhất 0,90 ở nghiệm thức MT2 25P-6L và thấp nhất (0,44) ở các nghiệm thức MT1 30P-9 và MT1 35P-9L. Chỉ số HSI trung bình của cá điều hồng thí nghiệm là 2,80%.

Kết quả nghiên cứu cũng tương tự như Sagada *et al.* (2017) trên cá *Channa agrus* cho biết chỉ số HSI tỷ lệ nghịch với hàm lượng protein trong thức ăn nhưng tỷ lệ thuận với hàm lượng lipid trong thức ăn, cụ thể HSI từ 2,8% còn 2,6% khi hàm lượng protein trong thức ăn tăng (45-51%). Tuy nhiên, chỉ số HSI tăng khi thức ăn chứa hàm lượng lipid tăng 9-12% sau đó HSI giảm ở nghiệm thức chứa 15% lipid. Theo Nguyễn Hoàng Đức Trung và Trần Thị Thanh Hiền (2009), thí nghiệm trên cá tra (11,7 g/con) kết quả về hiệu quả sử dụng chất béo (LER) và hệ số tích lũy chất béo (LR%) giảm dần (30,0-7,43 và 35,9-11,5) khi hàm lượng chất béo trong thức ăn tăng từ 2-12%.

Bảng 4: Hệ số tích lũy lipid và Chỉ số Hepatosomatic Index (HSI) của cá với các loại thức ăn và môi trường sống khác nhau

Môi trường	Nghiệm thức		LER	LR	HIS (%)
	Lipid (%)	Protein (%)			
28°C-0‰	6	25	10,2±0,09 ^{Ab}	0,69±0,11 ^{YBb}	3,46±0,10
28°C-0‰	6	30	11,6±0,11 ^{Bb}	0,54±0,25 ^{YAb}	2,82±0,07
28°C-0‰	6	35	11,2±0,06 ^{Bb}	0,50±0,15 ^{YAb}	2,70±0,28
28°C-0‰	9	25	5,12±0,02 ^{Aa}	0,46±0,08 ^{YBa}	3,06±0,03
28°C-0‰	9	30	6,96±0,01 ^{Ba}	0,44±0,18 ^{YAa}	2,73±0,16
28°C-0‰	9	35	6,96±0,16 ^{Ba}	0,44±0,61 ^{YAa}	2,64±0,12
34°C-12‰	6	25	9,84±0,07 ^{Ab}	0,90±0,23 ^{ZBb}	2,92±0,44
34°C-12‰	6	30	10,7±0,10 ^{Bb}	0,67±0,18 ^{ZAb}	2,72±0,22
34°C-12‰	6	35	11,8±0,15 ^{Bb}	0,75±0,11 ^{ZAb}	2,65±0,30
34°C-12‰	9	25	6,47±0,19 ^{Aa}	0,70±0,18 ^{ZBa}	3,27±0,29
34°C-12‰	9	30	7,51±0,18 ^{Ba}	0,59±0,26 ^{ZAa}	2,27±0,11
34°C-12‰	9	35	7,67±0,04 ^{Ba}	0,52±0,14 ^{ZAa}	2,38±0,01
<i>Giá trị p</i>					
<i>MT</i>			<i>ns</i>	**	<i>ns</i>
<i>Protein</i>			**	*	<i>ns</i>
<i>Lipid</i>			**	**	<i>ns</i>
<i>MT*Protein</i>			<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>MT*Lipid</i>			<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>Protein*Lipid</i>			<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>MT*Protein*Lipid</i>			<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Ghi chú: Giá trị thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một cột, khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); ns: không khác biệt có ý nghĩa thống kê

Vậy nhiệt độ và độ mặn của môi trường làm tăng khả năng tích lũy lipid của cá điều hồng. Hàm lượng protein hoặc lipid trong thức ăn ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng lipid và năng lượng tích lũy lipid của cá điều hồng thí nghiệm.

4 KẾT LUẬN

Nhiệt độ và độ mặn cao (34°C-12‰) của môi trường làm tăng tỉ lệ sống; tăng trưởng; tỉ lệ thức ăn ăn vào; hiệu quả tích lũy protein, hiệu quả tích lũy lipid tuy nhiên không ảnh hưởng lên tỉ lệ HSI (khối lượng gan tụy) của cá điều hồng.

Tỉ lệ năng lượng (protein: lipid) trong thức ăn ảnh hưởng lên tích lũy protein của cá điều hồng.

Tỉ lệ năng lượng (protein: lipid) tối ưu trong thức ăn cho cá điều hồng là 2,8 ở điều kiện nhiệt độ và độ mặn bình thường (28°C-0‰).

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., R. Hashim and A.C. Shu-Chien, 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: 466-474.

AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists Arlington.

Bui, T.M., Phuong, N.T., Nguyen, G.H., De Silva, S.S., 2013. Fry and fingerling transportation in the striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*, farming sector, Mekong Delta, Vietnam: A pivotal link in the production chain. *Aquaculture*. 388–391: 70–75.

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.

Ngô Minh Dung và Trần Thị Thanh Hiền, 2017. Nhu cầu duy trì và hiệu quả sử dụng protein, năng lượng của cá lóc (*Channa striata*). *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 53: 1-9.

El-sayed, A.M., Mansour, C.R., Ezzat, A.A., 2003. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture*. 220: 619–632.

Glencross, B., Hien, T.T.T., Phuong, N.T., Tu, T.L., 2011. A factorial approach to defining the energy and protein requirements of Tra Catfish,

- Pangasianodon hypophthalmus*. Aquac. Nutr. 17: 396–405.
- Halver, J.E. and R.W. Hardy, 2002. Fish nutrition. International standard book, 824pp.
- Hassan, G.D.I., Salem, M., Younes, M.I., Heba, E.A.E., 2014. Combined Effects of Water Temperature and Salinity on Growth and Feed Utilization of Juvenile Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*). World J. Zool. 9: 59–70.
- Iqbal, K.J., Qureshi, N.A., Ashraf, M., Rehman, M.H.U., Khan, N., Javid, A., Abbas, F., Mushtaq, M.M.H., Rasool, F., Majeed, H., 2012. Effect of different salinity levels on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). J. Anim. Plant Sci. 22: 919–922.
- Josupeit, H., 2010. World supply and demand of tilapia. Food Agric. Organ. – FAO.
- Küçük, S., Karul, A., Yildirim, Ş., Gamsiz, K., 2013. Effects of salinity on growth and metabolism in blue tilapia (*Oreochromis aureus*). African J. Biotechnol. 12: 2715–2721.
- 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.
- Likongwe, J.S., Stecko, T.D., Stauffer Jr., J.R., Carline, R.F., 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). Aquaculture. 146: 37–46.
- Lupatsch, I., Kissil, G.W., Sklan, D., Pfeffer, E., 1998. Energy and protein requirements for maintenance and growth in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Nutrition. 4: 165-173.
- 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.
- Rodríguez, gustavo a. de oca montes, Román-reyes, J.C., Alanizgonzalez, A., Serna-Delval, C.O., Muñoz-Cordova, G., Rodríguez-González, H., 2015. Effect of salinity on three Tilapia (*Oreochromis* sp.) strains: hatching rate, length and yolk sac size. Int. J. Aquat. Sci. 6., 96–106.
- Samantaray, K. and S.S. Mohanty, 1997. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead *Channa striata*. Aquaculture 156: 241-249.
- Sardella, B.A., Matey, V., Cooper, J., Gonzalez, R.J., Brauner, C.J., 2004. Physiological, biochemical and morphological indicators of osmoregulatory stress in ‘California’ Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. urolepis hornorum*) exposed to hypersaline water. Journal of Experimental Biology. 207: 1399–1413.
- Souto, C.N, M.V.A. Lemos, G.P. Martins, J.G. Araújo, K.L.A.M Lopes and I.G. Guimarães, 2013. Protein to energy ratios in goldfish (*Carassius auratus*) diets. Animal science and veterinary medicine. 37:550:558.
- 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 Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề Thủy sản (1): 302 – 309.
- Trần Quốc Bình, Vũ Anh Tuấn, Lê Hữu Hiệp và Nguyễn Thủy An, 2012. Nghiên cứu tỷ 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, 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 Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 26: 196- 204.
- Trung, D.V., N.T. Diu, N.T. Hao and B.D. Glencross, 2011. Development of a nutritional model to define the energy and protein requirements of tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. 320: 69-75.
- Tuan, L.A., and K.C. William, 2007. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture. 267: 129– 138
- Van Tien, N., Chinh, D.T.M., Huong, T.T.M., Phuong, T.H., Irvin, S., Glencross, B., 2016. Development of a nutritional model to define the energy and protein requirements of cobia, *Rachycentron canadum*. Aquaculture. 463: 193–200.
- Vũ Duy Giảng, 2006. Giáo trình Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, 142.
- Wang, X.D., Li, E.C., Wang, S.F., Qin, J.G., Chen, X.F., Lai, Q.M., Chen, K., Xu, C., Gan, L., Yu, N., Du, Z.Y., Chen, L.Q., 2015. Protein-sparing effect of carbohydrate in the diet of white shrimp *Litopenaeus vannamei* at low salinity. Aquac. Nutr. 21: 904–912.
- Wang, Y., Guo, J., Li, K., Bureau, D.P., 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibea michthioides*). Aquaculture. 252: 421–428.
- Watanabe, W.O., Ernst, D.H., Chasar, M.P., Wicklund, R.I., Olla, B.L., 1993. The effects of temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile, sex-reversed male Florida red tilapia cultured in a recirculating system. Aquaculture. 112: 309–320.