



DOI:10.22144/ctu.jvn.2019.051

## ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ MẶN LÊN SỰ PHÂN BỐ NĂNG LƯỢNG Ở CÁ LÓC (*Channa striata*)

Trần Thị Phương Lan<sup>1,2\*</sup>, Trần Thị Thanh Hiền<sup>2</sup> và Lam Mỹ Lan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Nông nghiệp – Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh

<sup>2</sup>Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

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

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 12/01/2019

Ngày nhận bài sửa: 13/03/2019

Ngày duyệt đăng: 26/04/2019

### Title:

The effect of temperature and salinity on the energy partitioning of snakehead (*Channa striata*)

### Từ khóa:

Cá lóc (*Channa striata*), độ mặn, độ tiêu hóa, năng lượng, nhiệt độ

### Keywords:

Apparent digestibility coefficient, energy, salinity, snakehead (*Channa striata*), temperature

### ABSTRACT

Studies on the effects of temperature and salinity on the energy budget of snakehead (*Channa striata*) were carried out at three temperatures (28; 31 and 34°C) combined with 3 salinity levels (0, 6 and 9‰). At 31°C-0‰, snakeheads showed the highest growth rates, and they could be adapted to a temperature of 34°C or salinity of 6‰ without affecting growth. The digestibility of fish tends to decrease with increased salinity. As a result the digestibility of fish in treatments 6 and 9‰ at the same temperature were significantly lower ( $p < 0.05$ ) than that of the treatment 0‰. The treatment 31°C-0‰ was the best for energy metabolism of snakehead as shown by the equation:  $100 IE = 11.80 FE + 44.01 RE + 4.28 (UE + ZE) + 39.90 HE$ . As the increased level of temperature and salinity (34°C-9‰), the cumulative energy is lowest as shown by  $100 IE = 15.04 FE + 32.12 RE + 5.45 (UE + ZE) + 47.39 HE$ .

### TÓM TẮT

Nghiên cứu ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn lên tăng trưởng, độ tiêu hóa thức ăn và chuyển hóa năng lượng của cá lóc (*Channa striata*) (6,53±0,09 g) được thực hiện với 3 mức nhiệt độ (28; 31 và 34°C) và kết hợp 3 mức độ mặn (0, 6 và 9‰) trong thời gian 90 ngày. Kết quả cho thấy, ở 31°C-0‰ cá lóc có tốc độ tăng trưởng cao nhất và cá có thể thích nghi ở mức nhiệt độ 34°C hoặc độ mặn 6‰ mà không ảnh hưởng đến tăng trưởng. Độ tiêu hóa thức ăn của cá có xu hướng giảm theo sự gia tăng độ mặn. Các nghiệm thức 6 và 9‰ trên cùng mức nhiệt độ có độ tiêu hóa thấp hơn có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với 0‰. Cá lóc sống ở 31°C-0‰ được xem là tốt nhất cho chuyển hóa năng lượng với tỉ lệ là:  $100 IE = 11,80 FE + 44,01 RE + 4,28 (UE + ZE) + 39,90 HE$ . Khi nhiệt độ và độ mặn tăng cao (34°C-9‰) năng lượng tích lũy giảm thấp nhất với các giá trị phân bố là:  $100 IE = 15,04 FE + 32,12 RE + 5,45 (UE + ZE) + 47,39 HE$ .

Trích dẫn: Trần Thị Phương Lan, Trần Thị Thanh Hiền và Lam Mỹ Lan, 2019. Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn lên sự phân bố năng lượng ở cá lóc (*Channa striata*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(2B): 88-95.

## 1 GIỚI THIỆU

Biến đổi khí hậu là hiện tượng thời tiết thay đổi theo hướng khắc nghiệt. Nhiệt độ gia tăng làm quá

trình bốc hơi nước diễn ra mạnh mẽ, làm gia tăng độ mặn của nước biển cũng như làm nước sông hồ bị cạn kiệt. Việc này làm cho xâm nhập mặn lần sâu hơn vào nội đồng với nồng độ mặn cao hơn.

Theo thống kê của Vien (2011) cho biết tình hình xâm nhập mặn đã diễn ra hầu hết ở các khu vực sông Mekong, thậm chí ở một vài tỉnh, quá trình xâm nhập mặn đã vào sâu hơn 70 km với độ mặn từ 13-30‰. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu mô hình khí hậu của Tuan and Suppakorn (2009) phỏng đoán giai đoạn 2030 - 2040, nhiệt độ trung bình của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) cao nhất trong mùa khô sẽ tăng thêm 2°C (từ 33-35°C lên 35-37°C). Nhiệt độ và độ mặn gia tăng sẽ ảnh hưởng rất nghiêm trọng đối với các loài sinh vật nội đồng và là thách thức đối với nghề nuôi thủy sản nước ngọt, trong đó có cá lóc là loài thủy sản kinh tế nước ngọt quan trọng của vùng ĐBSCL.

Nhiệt độ và độ mặn là hai yếu tố ảnh hưởng lớn đến sự tiêu hao năng lượng trong cơ thể cá (Nguyễn Văn Tư, 2010) dẫn đến ảnh hưởng lên tăng trưởng cũng như hiệu quả sử dụng thức ăn của cá. Theo Kaushik (1981), nghiên cứu trên cá hồi *Oncorhynchus mykiss* cho thấy nhiệt độ nước tăng từ 10°C lên 18°C dẫn đến gia tăng tuyến tính bài tiết nitơ (N). Cùng nghiên cứu trên cá hồi, Cho and Watanabe (1986) cho biết ở các mức nhiệt độ 7,5; 12,5 và 17,5°C tăng trưởng khối lượng cơ thể cá cao nhất ở nhiệt độ 17,5°C. Nghiên cứu của Maria *et al.* (2013) về phân bố năng lượng cung cấp từ thức ăn ở cá *Centropomus parallelus* trên các mức độ mặn 5, 20 và 30‰ và nhiệt độ 21°C cho biết sự cân bằng giữa năng lượng tiêu hao cho duy trì (40-70%), tích lũy (20-42%), qua phân (8,70-11,90%) và bài tiết ammoniac (0,50-1,30%) tùy thuộc vào độ mặn và thời gian thích nghi của cá. Cá lóc là loài cá kinh tế nước ngọt quan trọng và đã có nhiều nghiên cứu về nhiệt độ hay độ mặn tác động lên sinh trưởng của cá. Nghiên cứu của Nguyễn Trường Tịnh (2013) cho biết cá lóc nuôi ở độ mặn 3‰ có tăng trưởng nhanh nhất và cá nuôi ở độ mặn 12‰ có hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) cao nhất và tăng trưởng chậm nhất. Trên thực tế, khi nuôi cá lóc trong điều kiện biến đổi khí hậu, nhiệt độ và độ mặn xảy ra đồng thời sẽ tác động cùng lúc lên sự tăng trưởng của cá. Vì thế, nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn lên sự phân bố năng lượng ở cá lóc (*Channa striata*) được thực hiện nhằm cung cấp dẫn liệu khoa học về đặc điểm dinh dưỡng của loài cá này khi biến đổi khí hậu xảy ra.

## 2 VẬT LIỆU VÀ 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 đen có kích cỡ 5-6 g/con được mua từ trại giống ở Cần Thơ (giống sản xuất nhân tạo). Cá được chuyển về và được thuần dưỡng trong bể composite 2 m<sup>2</sup> và được cho

ăn bằng thức ăn công nghiệp với hàm lượng protein 45% và lipid 7%.

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 1 tuần trước khi tiến hành thí nghiệm.

### 2.2 Thí nghiệm xác định mức năng lượng ăn vào và tích lũy của cá lóc

Thí nghiệm xác định mức độ sử dụng thức ăn và tăng trưởng của cá lóc (6,53 ± 0,09 g) được bố trí hai nhân tố gồm 9 nghiệm thức: 3 mức nhiệt độ: 28°C (nhiệt độ trung bình hàng ngày), 31 và 34°C kết hợp với 3 mức độ mặn 0, 6 và 9‰. Cá được bố trí 30 con/bể (170 L nước) và cho ăn thỏa mãn theo nhu cầu với 2 lần/ngày vào lúc 8:00 và 16:00 giờ. Bể nuôi được thay nước ba ngày một lần và thay khoảng 30-50% thể tích nước bể nuôi. Nước cấp vào sử dụng từ nguồn nước đã gia tăng sẵn nhiệt độ và độ mặn theo nghiệm thức. Quan sát cá chết và ghi nhận hằng ngày trong thời gian 8 tuần. Các chỉ số môi trường như pH nước dao động (7,2-7,5) và oxy hòa tan (4,18-5,42 mg/L) được đo 2 lần/ngày bằng máy đo pH và máy đo oxy (Mettler Toledo, USA). Nhiệt độ nước chưa điều chỉnh dao động từ 27,7-28,9°C. Các nghiệm thức nhiệt độ được điều chỉnh bằng thiết bị nâng nhiệt xuyên suốt trong 24 giờ dao động từ 30,7-31,6°C ở nghiệm thức 31°C và 33,1-34,4°C ở nghiệm thức 34°C (đo bằng máy đo pH - Mettler Toledo, USA có thông số đo nhiệt độ). Khi kết thúc thí nghiệm sau 8 tuần nuôi, cá được cân và đếm số lượng trong từng bể để tính tỉ lệ sống và khối lượng trung bình. Mẫu thức ăn và mẫu cá được phân tích các chỉ tiêu sinh hóa, gồm ẩm độ, protein, lipid, khoáng và năng lượng theo phương pháp AOAC (2000).

### 2.3 Thí nghiệm xác định độ tiêu hóa thức ăn của cá

Thí nghiệm hai nhân tố gồm 9 nghiệm thức kết hợp 3 mức nhiệt độ: 28°C (nhiệt độ bình thường), 31 và 34°C với 3 mức độ mặn: 0,6 và 9‰. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Thức ăn viên được xay mịn và trộn 1% chromic oxide (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), ép bằng máy đùn mini và sấy ở 60°C. Hệ thống thu phân được thực hiện bằng hệ thống bể 200 L. Cá được bố trí 30 con/bể, với kích cỡ (20,3 ± 0,5 g) được cho ăn 1 lần/ngày. Thu phân bắt đầu sau 10 ngày cho ăn và thu trong 20 ngày bằng phương pháp thu phân lắng (Ngô Minh Dung,

2018). Phân thu được sấy khô ở 60°C và bảo quản ở -20°C cho đến khi phân tích. Các yếu tố pH nước (7,2 - 7,4) và oxy hòa tan (4,63 - 5,36 mg/L) được đo 2 lần/ngày. Nhiệt độ ở nghiệm thức bình thường là 27,7 - 29,0°C; ở nghiệm thức 31°C, dao động 30,4 - 31,5°C, và 33,4 - 34,3°C ở nghiệm thức 34°C. Các chỉ số sinh hóa gồm ẩm độ, khoáng, lipid, protein và năng lượng được phân tích theo phương pháp AOAC (2000). Chromic oxide (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) trong phân cá được phân tích theo phương pháp của Furukawa and Tsukahara (1966).

**2.4 Các chỉ tiêu thu thập và tính toán**

- Tăng trọng WG (g) = W<sub>f</sub> - W<sub>i</sub>.
- Lượng thức ăn sử dụng (FI) (g/con/ngày) = 100\*[(Lượng thức ăn cá ăn vào (g/con/ngày)/(W<sub>f</sub>\*W<sub>i</sub>)<sup>1/2</sup>]. Trong đó: W<sub>f</sub>: Khối lượng cá khi kết thúc thí nghiệm (g); W<sub>i</sub>: Khối lượng cá ban đầu (g) (Trần Thị Thanh Hiền, 2004).

Đánh giá khả năng tiêu hóa thức ăn của cá lóc được tính toán theo các công thức:

Độ tiêu hóa thức ăn: ADC<sub>TĀ</sub> (%) = 100 - [100\*(%A/ %B)].

Độ tiêu hóa của một số dưỡng chất (protein, năng lượng, lipid) trong thức ăn ADC<sub>DCTĀ</sub> (%) = 100 - [100\*(%A/%B) \* (%B’/%A’)].

Trong đó: % các chất tính theo khối lượng khô; %A: % chất đánh dấu có trong thức ăn; %B: % chất đánh dấu có trong phân; %A’: % chất dinh dưỡng có trong thức ăn; %B’: % chất dinh dưỡng có trong phân.

Năng lượng biến đổi được tính theo phương pháp tiếp cận của Elliott (1976).

- Năng lượng ăn vào (IE): được tính bằng tích số lượng thức ăn cá ăn vào và năng lượng có trong thức ăn. IE (kJ/cá/ngày) = FI \* E<sub>ta</sub> (E<sub>ta</sub>: năng lượng trong thức ăn).
- Năng lượng tích lũy (RE) (kJ/cá/ngày) = ([khối lượng cá cuối (vật chất khô) \* Năng lượng cá cuối] - [khối lượng cá đầu (vật chất khô) \* năng lượng cá đầu])/ngày nuôi.
- Năng lượng trong phân (FE) (kJ/cá/ngày) = [(100 - ADC<sub>Năng lượngTĀ</sub>)/100] \* IE.
- Năng lượng bài tiết: (UE+ZE) (kJ/cá/ngày) = I<sub>n</sub> - F<sub>n</sub> - R<sub>n</sub> (n:nitrogen) \*24,83 kJ/g. Trong đó: I<sub>n</sub>: nitrogen ăn vào; F<sub>n</sub>: nitrogen trong phân; R<sub>n</sub>: nitrogen tích lũy.

- Năng lượng tỏa nhiệt (HE) = IE - (RE + FE + UE + ZE).

**2.5 Xử lý số liệu**

Số liệu được phân tích theo phương sai ANOVA hai nhân tố và sử dụng phép thử Tukey 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 Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn lên năng lượng tích lũy ở cá lóc sau 8 tuần nuôi**

Kết quả Bảng 1 cho thấy có sự tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn lên khối lượng cá trong lúc thu hoạch và năng lượng tích lũy ở mức ý nghĩa (p<0,05). Cá lóc tăng trưởng tốt khi độ mặn trong nước 6‰ ở nhiệt độ nước 28°C hay 31°C và tốc độ tăng trưởng của cá lóc bị giảm khi độ mặn tăng 9‰ trong cùng mức nhiệt độ. Tăng trưởng của cá đạt giá trị cao nhất (40,2±0,39 g) ở nghiệm thức 31°C-0‰ và thấp nhất (13,5±0,99 g) ở nghiệm thức 34°C-9‰, khác biệt có ý nghĩa với nhau và với các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Ở mức 28°C-0‰ và 31°C-6‰, tăng trưởng của cá không khác biệt nhau (p>0,05), nhưng khi nhiệt độ tăng (34°C) hay độ mặn tăng (9‰) thì mức tăng trưởng của cá bị giảm đáng kể (Bảng 1). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Võ Trường Chinh (2014), ở nhiệt độ 31°C cá lóc sẽ tăng trưởng cao nhất (47,9±0,66 g/con) và tăng trưởng sẽ giảm khi nhiệt độ tăng lên 34°C (28,4±0,63 g/con). Nguyễn Trường Tịnh (2013) nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn trên cá lóc 7-9 g/con cho biết cá tăng trưởng tốt nhất ở độ mặn 6‰ và thấp nhất ở nghiệm thức 12‰. Theo nghiên cứu của Likongwe *et al.* (1996), ảnh hưởng kết hợp nhiệt độ và độ mặn trên cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) cho biết tăng trưởng của cá tại độ mặn 0, 8, 12 và 16‰ tăng khi nhiệt độ tăng (24, 28 và 32 °C), nhưng ở nghiệm thức nhiệt độ, độ mặn tăng thường sẽ ức chế tăng trưởng của cá, và tốc độ tăng trưởng của cá rô phi tăng nhanh ở nhiệt độ nước 28°C và 32°C hay 0 và 8‰.

Năng lượng tích lũy của cá cao nhất ở nghiệm thức 31°C-0‰ (4,94±0,11 kJ/cá/ngày), thấp nhất (1,76±0,13 kJ/cá/ngày) ở 34°C-9‰ và khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Cùng độ mặn 9‰ trên ba mức nhiệt độ thí nghiệm, năng lượng tích lũy của cá lóc giảm so với các nghiệm thức có độ mặn thấp hơn.

**Bảng 1: Năng lượng tích lũy của cá lóc ở các mức nhiệt độ và độ mặn khác nhau sau 8 tuần nuôi**

Nghiệm thức	W <sub>i</sub> (g)	W <sub>f</sub> (g)	WG (g)	Năng lượng tích lũy (kJ/cá/ngày)
28°C-0‰	6,57±0,12	35,0±0,10 <sup>d</sup>	28,4±0,20 <sup>d</sup>	3,52±0,03 <sup>d</sup>
28°C-6‰	6,53±0,02	38,2±0,51 <sup>e</sup>	31,7±0,50 <sup>e</sup>	3,84±0,09 <sup>e</sup>
28°C-9‰	6,45±0,04	31,4±0,07 <sup>c</sup>	25,0±0,08 <sup>c</sup>	3,10±0,08 <sup>c</sup>
31°C-0‰	6,56±0,12	46,8±0,28 <sup>g</sup>	40,2±0,39 <sup>g</sup>	4,94±0,11 <sup>g</sup>
31°C-6‰	6,55±0,08	35,1±1,12 <sup>d</sup>	28,5±1,17 <sup>d</sup>	3,54±0,17 <sup>d</sup>
31°C-9‰	6,57±0,13	31,1±0,56 <sup>c</sup>	24,4±0,43 <sup>c</sup>	3,01±0,03 <sup>bc</sup>
34°C-0‰	6,52±0,05	41,5±1,88 <sup>f</sup>	35,0±1,83 <sup>f</sup>	36,14±0,74 <sup>f</sup>
34°C-6‰	6,56±0,15	28,0±0,13 <sup>b</sup>	21,5±0,22 <sup>b</sup>	2,84±0,04 <sup>b</sup>
34°C-9‰	6,50±0,12	20,0±1,10 <sup>a</sup>	13,5±0,99 <sup>a</sup>	1,76±0,13 <sup>a</sup>
Giá trị P				
Nhiệt độ		0,000	0,000	0,000
Độ mặn		0,000	0,000	0,000
Nhiệt độ x Độ mặn		0,007	0,000	0,000

Giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

Kết quả này phù hợp với nhận định của Mqolomba and Plumb (1992) cho rằng đối với cá nước ngọt, nếu sống ở độ mặn thấp sẽ tiêu hao năng lượng thấp hơn cho sự điều hòa áp suất thẩm thấu (ASTT) và năng lượng tiết kiệm này đủ để thúc đẩy cho cá tăng trưởng. Vì khi ở môi trường có độ mặn thấp, cá sẽ giảm được stress và ít tiêu hao năng lượng cho việc điều hòa ASTT nên cá sẽ tăng trưởng tốt hơn. Tương tự, nghiên cứu của Henken *et al.* (1986) trên cá trê phi (*Clarias gariepinus*) cho thấy mức năng lượng ăn vào thay đổi khi nhiệt độ gia tăng ở 24°C là 25,4 mg/kJ và ở 29°C là 34,7 mg/kJ. Nghiên cứu Besra (1997) cho biết ở cá rô (*Anabas testudineus*) (13g) trong 30 ngày sẽ tiết kiệm được 4,78 Kcal (0,67 KJ/con/ngày) vào mùa hè (29°C). Vũ Duy Giảng (2006) cho biết trên cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*), năng lượng ăn vào của cá khi nhiệt độ tăng từ 10-20°C gia tăng từ 51,10 - 97,71 mg/KJ/ngày. Như vậy, năng lượng tích lũy của cá có xu hướng tăng khi nhiệt độ tăng và khi nhiệt độ và độ mặn tăng vượt ngưỡng thích hợp thì năng lượng tích lũy của cá giảm.

**3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn lên độ tiêu hóa ở cá lóc**

Nhiệt độ, độ mặn và sự tương tác giữa chúng có ảnh hưởng lên độ tiêu hóa vật chất khô của thức ăn (ADC-DM), protein (ADC protein), lipid (ADC lipid) và năng lượng (ADC năng lượng) ở mức ý nghĩa  $p < 0,05$  (Bảng 2). Các giá trị độ tiêu hóa đạt cao nhất ở 31°C-0‰ và khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức khác ( $p < 0,05$ ). Sự gia tăng nhiệt độ và độ mặn ảnh hưởng đáng kể đến ADC của thức ăn, protein, lipid và năng lượng thấp nhất ở

34°C-9‰ ( $p < 0,05$ ). Không có sự khác biệt trong ADC ở 31°C-9‰ và 34°C-6‰ ( $p > 0,05$ ). ADC năng lượng dao động 84,9-88,2%. Ở mức nhiệt 31-34°C, độ tiêu hóa ở các nghiệm thức 6 và 9‰ đều thấp hơn 0‰. Tuy nhiên, ở mức nhiệt độ thấp (28°C) thì độ mặn (0-9‰) độ tiêu hóa năng lượng không khác biệt nhau ( $p > 0,05$ ).

Nhiệt độ ảnh hưởng rõ rệt lên quá trình tiêu hóa của cá. Khi điều kiện nhiệt độ tăng cao, tốc độ tiêu hóa của cá cũng tăng, do hoạt động enzyme tiêu hóa tăng. Khi nhiệt độ tăng quá cao các enzyme tiêu hóa dễ bị biến tính làm giảm khả năng tiêu hóa của cá (Nguyễn Văn Tư, 2010). Nghiên cứu của Cho and Slinger (1979) cho thấy có sự thay đổi độ tiêu hóa lipid trên cá hồi vân *Oncorhynchus mykiss*, ở mức nhiệt từ 9-15°C và ở 18°C có sự tăng nhẹ. Choubert *et al.* (1982) nghiên cứu tăng nhiệt độ từ 10 - 18°C trên cá hồi vân *Oncorhynchus mykiss* (160 g), độ tiêu hóa protein của cá tăng từ 86,9 lên 89,6%.

Khi độ mặn tăng tác động lên khả năng tiết enzyme tiêu hóa cũng như hoạt tính của các enzyme này nên ảnh hưởng đến khả năng tiêu hóa thức ăn của cá. Riche and Williams (2009) cho rằng độ tiêu hóa protein và các acid amin thiết yếu từ bột đậu nành của cá *Trachinotus carolinus* khi nuôi ở độ mặn 3‰ lần lượt là 93,6% và 92,2% cao hơn rất nhiều khi nuôi ở độ mặn 28‰ (86,5% và 87,1%). Cá chép giống *Cyprinus carpio* nuôi ở độ mặn 0,5-14,5‰ có độ tiêu hóa thức ăn lớn nhất (96,6±1,99%) ở độ mặn 0,5‰ so với các độ mặn còn lại (Ji *et al.*, 1999).

**Bảng 2: Độ tiêu hóa thức ăn của cá lóc (vật chất khô) ở nhiệt độ và độ mặn khác nhau**

Nghiệm thức	ADC DM (%)	ADC protein (%)	ADC lipid (%)	ADC-năng lượng (%)
28°C-0‰	78,3±0,80 <sup>d</sup>	93,8±0,25 <sup>b</sup>	97,5±0,14 <sup>d</sup>	87,3±1,24 <sup>cd</sup>
28°C-6‰	75,9±1,19 <sup>c</sup>	93,1±0,26 <sup>b</sup>	97,2±0,15 <sup>cd</sup>	87,1±0,14 <sup>bcd</sup>
28°C-9‰	75,5±0,11 <sup>bc</sup>	93,6±0,33 <sup>b</sup>	96,7±0,19 <sup>b</sup>	87,7±0,90 <sup>cd</sup>
31°C-0‰	80,3±0,79 <sup>e</sup>	95,3±0,28 <sup>c</sup>	97,9±0,06 <sup>e</sup>	88,2±1,31 <sup>d</sup>
31°C-6‰	76,1±0,42 <sup>c</sup>	93,8±0,53 <sup>b</sup>	97,1±0,20 <sup>c</sup>	86,6±0,64 <sup>bc</sup>
31°C-9‰	72,6±0,44 <sup>a</sup>	92,9±1,51 <sup>b</sup>	96,7±0,15 <sup>b</sup>	85,9±0,24 <sup>b</sup>
34°C-0‰	76,6±1,30 <sup>cd</sup>	93,8±0,54 <sup>b</sup>	97,5±0,15 <sup>d</sup>	86,3±0,45 <sup>bcd</sup>
34°C-6‰	73,9±1,45 <sup>ab</sup>	92,7±1,44 <sup>b</sup>	96,7±0,17 <sup>b</sup>	86,2±1,14 <sup>b</sup>
34°C-9‰	72,1±1,90 <sup>a</sup>	90,5±0,85 <sup>a</sup>	95,5±0,38 <sup>a</sup>	84,9±1,03 <sup>a</sup>
Giá trị P				
Nhiệt độ	0,000	0,000	0,001	0,001
Độ mặn	0,000	0,000	0,000	0,001
Nhiệt độ*độ mặn	0,000	0,000	0,024	0,022

ADC DM: Apparent Digestibility Coefficient Dry Matter – Độ tiêu hóa vật chất khô.

Giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

**3.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn lên năng lượng chuyển hóa ở cá lóc**

Năng lượng ăn vào (Intake energy - IE): Kết quả nghiên cứu cho thấy năng lượng ăn vào của cá lóc phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ và độ mặn trong nước và có sự tương tác giữa hai yếu tố này với nhau ( $p < 0,05$ ). Mức năng lượng ăn vào cao nhất ở 31°C-0‰ (11,33±1,14 kJ/cá/ngày) và giảm thấp nhất ở nghiệm thức 34°C-9‰ (5,49±0,51 kJ/cá/ngày) khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức khác ( $p < 0,05$ ). Lượng thức ăn của cá sẽ tăng

khi nhiệt độ tăng đến 31°C và giảm ở 34°C. Nhiệt độ và độ mặn tăng thì lượng thức ăn ăn vào của cá giảm. Xie *et al.* (1997) nghiên cứu trên cá rô phi *Oreochromis niloticus* (8 g) cho biết ở nhiệt độ 30°C, thức ăn 17,6 kJ/g và 35% protein, năng lượng tiêu thụ của cá là 785,8 J/g/ngày. Trên cá bớp *Rachycentron canadum* (22g), nhiệt độ nước cũng ảnh hưởng đến năng lượng ăn vào của cá nuôi ở nhiệt độ khác nhau và năng lượng này tăng đáng kể (0,791-1,45 kJ/g/ngày) khi nhiệt độ tăng từ 23-31°C, sau đó giảm xuống (1,094 kJ/g/ngày) ở 35°C (Sun *et al.*, 2006).

**Bảng 3: Năng lượng phân bố của cá lóc ở nhiệt độ và độ mặn khác nhau.**

Nghiệm thức	Năng lượng ăn vào (IE) (kJ/cá/ngày)	Năng lượng phân (FE) (kJ/cá/ngày)	Năng lượng tích lũy (RE) (kJ/cá/ngày)	Năng lượng bài tiết (UE+ZE) (kJ/cá/ngày)	Năng lượng tỏa nhiệt (HE) (kJ/cá/ngày)
28°C-0‰	8,54±0,36 <sup>cd</sup>	1,09±0,15 <sup>bc</sup>	3,52±0,03 <sup>d</sup>	0,39±0,03 <sup>abcd</sup>	3,55±0,18 <sup>abc</sup>
28°C-6‰	9,77±1,18 <sup>de</sup>	1,26±0,15 <sup>cd</sup>	3,84±0,09 <sup>e</sup>	0,44±0,09 <sup>cd</sup>	4,22±0,84 <sup>c</sup>
28°C-9‰	6,63±0,73 <sup>ab</sup>	0,81±0,03 <sup>a</sup>	3,10±0,08 <sup>c</sup>	0,26±0,07 <sup>a</sup>	2,46±0,69 <sup>a</sup>
31°C-0‰	11,33±1,14 <sup>f</sup>	1,33±0,05 <sup>d</sup>	4,94±0,11 <sup>g</sup>	0,49±0,11 <sup>d</sup>	4,57±1,10 <sup>c</sup>
31°C-6‰	8,49±0,88 <sup>cd</sup>	1,13±0,10 <sup>bc</sup>	3,54±0,17 <sup>d</sup>	0,38±0,06 <sup>abcd</sup>	3,44±0,56 <sup>abc</sup>
31°C-9‰	8,04±0,34 <sup>bc</sup>	1,13±0,06 <sup>bc</sup>	3,01±0,03 <sup>bc</sup>	0,39±0,02 <sup>bcd</sup>	3,51±0,23 <sup>abc</sup>
34°C-0‰	10,09±0,84 <sup>ef</sup>	1,38±0,09 <sup>d</sup>	4,56±0,21 <sup>f</sup>	0,42±0,06 <sup>bcd</sup>	3,73±0,51 <sup>bc</sup>
34°C-6‰	7,08±0,45 <sup>bc</sup>	0,98±0,03 <sup>ab</sup>	2,84±0,04 <sup>b</sup>	0,34±0,05 <sup>abcd</sup>	2,92±0,45 <sup>ab</sup>
34°C-9‰	5,49±0,51 <sup>a</sup>	0,82±0,07 <sup>a</sup>	1,76±0,13 <sup>a</sup>	0,30±0,04 <sup>ab</sup>	2,60±0,32 <sup>ab</sup>
Giá trị P					
Nhiệt độ	0,001	0,000	0,000	0,112	0,076
Độ mặn	0,000	0,000	0,000	0,010	0,009
Nhiệt độ*độ mặn	0,001	0,000	0,000	0,140	0,101

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 ( $p < 0,05$ ).

Năng lượng trong phân (Feace energy - FE): Kết quả phân tích cho thấy ở các nghiệm thức có IE cao 28°C-6‰; 31°C-0‰ và 34°C-0‰ có lượng phân thải ra khác biệt không có ý nghĩa với nhau

( $p > 0,05$ ), nhưng giá trị cao nhất ở 34°C-0‰ (1,33±0,08 kJ/cá/ngày) và khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Ở nghiệm thức 28°C-9‰ và 34°C-9‰ có độ tiêu hóa giảm,

nhưng do lượng thức ăn ăn vào giảm nên lượng phân thải ra cũng giảm thấp nhất ( $0,81 \pm 0,03$ ;  $0,82 \pm 0,07$  kJ/cá/ngày) và khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Nhiệt độ và độ mặn ảnh hưởng đến năng lượng thải qua phân chủ yếu thông qua khả năng tiêu hóa thức ăn của cá. Khi nhiệt độ và độ mặn tăng, hoạt động của enzyme tiêu hóa giảm nên giảm độ tiêu hóa, từ đó lượng phân thải cao. Nghiên cứu của Besra (1997) cho rằng năng lượng mất qua phân trong 30 ngày ở cá rô đồng *Anabas testudineus* (13 g) nuôi vào mùa hè (3.600 Kcal) cao hơn so với nuôi vào mùa đông (1.300 Kcal).

**Năng lượng bài tiết (Energy in nitrogenous excretion - UE+ZE):** Kết quả phân tích cho thấy năng lượng UE+ZE của cá lóc ở 0‰ có giá trị cao trên tất các mức nhiệt 28, 31 và 34 °C và tăng cao nhất ở 31°C ( $0,49 \pm 0,11$  kJ/cá/ngày). Khi độ mặn tăng 9‰, ZE+UE sẽ giảm trên tất cả các mức nhiệt tương ứng. Nhiệt độ và độ mặn có sự tương tác nhau trong tiêu hao năng lượng của cá lóc ( $p < 0,05$ ). Giá trị (ZE+UE) thấp nhất là 28°C-9‰ và 34°C-9‰ ( $0,26 \pm 0,07$ ;  $0,30 \pm 0,04$  kJ/cá/ngày) và khác biệt không có ý nghĩa ( $p > 0,05$ ) giữa hai nghiệm thức này với nhau, nhưng khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Qua đó cho thấy khi nhiệt độ tăng kết hợp độ mặn tăng thì ZE+UE giảm.

**Năng lượng tích lũy (Retained energy - RE):** Cá lóc sống trong môi trường nước 31°C-0‰ cho năng lượng tích lũy cao nhất  $4,94 \pm 0,11$  (kJ/cá/ngày). Khi nhiệt độ và độ mặn tăng lên 34°C-9‰, năng lượng

tích lũy của cá có giá trị ( $1,76 \pm 0,13$  kJ/cá/ngày) thấp nhất và khác biệt với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Ở các nghiệm thức có độ mặn cao và nhiệt độ cao (28 °C-9‰; 31°C-9‰ và 34°C-6‰), năng lượng tích lũy của cá giảm nhưng khác biệt không có ý nghĩa với nhau ( $p > 0,05$ ). Điều này cho thấy ở độ mặn cao và nhiệt độ cao, cá phải sử dụng năng lượng để điều hòa thân nhiệt, điều hòa thẩm thấu, duy trì sự sống và đối phó với stress thay vì tăng trưởng. Viviana *et al.* (2015) nghiên cứu trên cá đối *Mugil liza*, kết quả cho thấy có sự khác biệt đáng kể nồng độ glycogen trong gan ở các độ mặn khác nhau và glycogen có xu hướng tăng khi tăng độ mặn.

Kết quả tổng thể phân bổ các thành phần năng lượng của cá lóc giống trong điều kiện nhiệt độ và độ mặn cao cho thấy: Cá lóc sống trong môi trường 31°C-0‰ cho năng lượng tích lũy cao nhất. Đồng thời, năng lượng sử dụng cho quá trình trao đổi chất cũng tăng cao ( $HE = 4,57 \pm 1,10$  kJ/cá/ngày), nhưng khi nhiệt độ tăng cao (34°C) vượt ngưỡng thích hợp hay cá sống trong môi trường có độ mặn (6, 9‰) thì giá trị năng lượng tích lũy (RE) hay năng lượng bài tiết (UE+ZE) bị giảm đáng kể. Kết quả cho thấy năng lượng (HE) có giá trị thấp ( $2,46 - 2,60$  kJ/cá/ngày) ở các nghiệm thức có nhiệt độ cao và độ mặn cao (28°C-9‰ và 34°C-9‰). Kết quả này khẳng định rằng phần năng lượng sử dụng cho tăng trưởng đã chuyển thành năng lượng tiêu hao để thích ứng với điều kiện bất lợi do nhiệt độ và độ mặn tăng cao.

**Bảng 4: Tỷ lệ (%) năng lượng phân bổ của cá lóc ở nhiệt độ và độ mặn khác nhau**

Nghiệm thức	IE (%)	FE (%)	RE (%)	UE+ZE (%)	HE (%)
28°C-0‰	100	12,70	41,27	4,51	41,52
28°C-6‰	100	12,91	39,67	4,52	42,90
28°C-9‰	100	12,31	47,18	3,85	36,66
31°C-0‰	100	11,80	44,01	4,28	39,90
31°C-6‰	100	13,37	41,78	4,45	40,40
31°C-9‰	100	14,06	37,43	4,87	43,65
34°C-0‰	100	13,66	45,32	4,11	36,91
34°C-6‰	100	13,81	40,27	4,82	41,10
34°C-9‰	100	15,04	32,12	5,45	47,39

Quy đổi về tỉ lệ phần trăm năng lượng cho thấy khi nhiệt độ tăng (28-34°C) thì năng lượng tích lũy tăng và khi độ mặn tăng (0-9‰) thì năng lượng tích lũy giảm. Ở 31°C-0‰, tỉ lệ năng lượng bài tiết qua phân có giá trị thấp nhất và được xem là có mức phân bổ năng lượng tốt nhất cho tăng trưởng và bài tiết chất thải của cá lóc ( $100$  IE =  $11,80$  FE +  $44,01$  RE +  $4,28$  (UE+ZE) +  $39,90$  HE). Ở độ mặn 9‰, khi nhiệt độ tăng dẫn đến năng lượng bài tiết, năng lượng thải qua phân và năng lượng duy trì đều tăng, ngược lại năng lượng tích lũy bị giảm. Tỉ

lệ phân bổ năng lượng ở mức 34°C-9‰ là:  $100$  IE =  $15,04$  FE +  $32,12$  RE +  $5,45$  (UE+ZE) +  $47,39$  HE. Nghiên cứu của Ai and Xie (2005) trên cá nheo *Silurus meridionalis*, ở 27,5°C là  $40,2$  RE và  $15,3$  FE. Tương tự, Winberg (1956) cho biết ở cá ăn động vật, các giá trị năng lượng phân bổ thường là  $20$  FE và  $44$  RE và các giá trị này phụ thuộc vào tính ăn của loài, loại thức ăn sử dụng và môi trường sống của chúng. Nghiên cứu của Xie *et al.* (2011) tác động của nhiệt độ nước lên tăng trưởng, sử dụng thức ăn và phân bổ năng lượng của cá rô

phi giống *O. niloticus* cho rằng cá nuôi ở 37°C thì tỷ lệ IE chuyển vào RE và UE + ZE là thấp hơn trong khi HE cao hơn. Nhiệt độ tăng trưởng tối ưu là 30,1°C. Năng lượng phân chia cho tăng trưởng cao nhất ở 34°C là: 100 IE = 27,0 RE + 1,1 (ZE + UE) + 10,6 FE + 59,2 HE. Sun *et al.* (2006) nghiên cứu phân bổ năng lượng trên cá bớp giống *Rachycentron canadum* tại các mức nhiệt khác nhau là:

$$33^{\circ}\text{C}: 100C = 7,0F + 7,7U + 69,0R + 16,4G;$$

$$27^{\circ}\text{C}: 100C = 6,8F + 7,9U + 68,0R + 17,3G;$$

$$21^{\circ}\text{C}: 100C = 6,3F + 8,4U + 77,2R + 8,2G.$$

Như vậy, ở cá lóc, khi nhiệt độ tăng (28-34 °C) và độ mặn tăng (0-9‰) thì năng lượng thải qua phân tăng, năng lượng tích lũy giảm. Khi kết hợp gia tăng đồng thời giữa nhiệt độ và độ mặn lên 34°C-9‰ thì năng lượng tỏa nhiệt cao nhất (HE = 47,39%) và năng lượng tích lũy thấp nhất (RE = 32,12%).

#### 4 KẾT LUẬN

Nhiệt độ, độ mặn và sự tương tác giữa chúng đều ảnh hưởng lên chuyển hóa năng lượng của cá lóc. Ở mức độ mặn 9‰, khi nhiệt độ tăng thì năng lượng bài tiết, năng lượng thải qua phân và năng lượng duy trì đều tăng, ngược lại năng lượng tích lũy giảm. Ở 34°C-9‰ sẽ cho tỉ lệ năng lượng tích lũy là thấp nhất (RE = 32,12%). Ở môi trường 31°C-0‰ có phân bổ năng lượng tốt nhất giữa tỉ lệ năng lượng tích lũy (RE = 44,01%) và năng lượng bài tiết (UE+ZE = 4,28%) và năng lượng thải qua phân (FE = 11,80%) thấp nhất.

#### 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

Ai, Q. and Xie, X., 2005. Effects of dietary soybean protein levels on energy budget of the southern catfish, *Silurus meridionalis*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 141: 461-469.

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

Besra, S., 1997. Growth and bioenergetics of *Anabas testudineus* (Bloch) (an air-breathing climbing perch of south-east Asia). *Freshwater Biological Association of India. Department of Zoology, T. M. Bhagalpur University, Bhagalpur-812007.*

Cho, C.Y. and Watanabe, T., 1986. Dietary energy and lipid requirements of rainbow trout at different water temperature. *Proc. 10<sup>th</sup> Int. Symp.*

on Energy Metabolism, Airlie, Virginia, 206. P.W. Moe, H.F. Tyrrel and P.J. Reynolds eds. EAAP Publ. No. 32: 206-209.

Cho, C. Y. and Slinger, S. J., 1979. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology* (Halver, J. E. and Tiews, K., edsEds.). Vol. H. Hennemann GmbH & Co., Berlin, Germany, Pp. 239-247.

Choubert, G., Fauconneauand, B. and Luquet, P., 1982. Influence d'une e'levation de la temperature de l' eau sur la digestibilite' de la matiere se'che, de l'azote et de l' aliment distribue' a la truite arc-en-ciel (*Salmon gairdeneri* Rich). *Repsed. Nutri. Develop.* 22: 941-949.

Elliot, J. M., 1976. Energy losses in the waste products of brown trout. *Salmo trutta*, *J. Anim. Ecol.* 45: 561-580.

Henken, A.M., Machiels, M.A.M., Dekker, W. and Hoggendoorn, H., 1986. The effect of dietary protein and energy content on growth rate and feed utilization of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture*, 58: 55-74.

Trần Thị Thanh Hiền, 2004. Giáo trình Dinh dưỡng và Thức ăn Thủy sản. Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ, 136.

Ji, Q.W., Lui, H., Po, H. and Fan, L., 1999. Influence of salinity on food consumption, growth and energy conversion efficiency of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Article in Aquaculture* 148 (2): 115-124.

Kaushik, S. J., 1981. Influence of a rise in temperature on the nitrogen excretion of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R), in: *Proceedings of the World Symp, on Aquaculture in heated effluents and recirculated system*, Vol. I: 78-89.

Likongwe, S. J., Stecko, T. D., Stauffer, J. R. Jr. and Carline, R. F., 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 146: 37-46.

Viviana, L., Barcarolli, I. F., Sampaio, L. A. and Bianchini, A., 2015. Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*, 13 (2): 447-452,

Maria, J. A., Passos, C. R. and Phan Van Ngan, 2013. Bioenergetic budget of juveniles of fat snook *Centropomus parallelus* (Perciformes, Centropomidae) as a function of salinity acclimation. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8 (1):10-20.

Mqolomba, T. N. and Plumb, J. A., 1992. Effect of temperature and dissolved oxygen concentration on *Edwardsiella ictaluriin* experimentally

- infected channel catfish. *Journal of Aquatic Animal Health* (4): 215-217.
- 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. Trường Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn Trường Tinh, 2013. Ảnh hưởng của độ mặn lên sinh trưởng và hoạt tính enzyme tiêu hóa của cá lóc (*Channa striata*). Luận văn thạc sĩ. Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn Văn Tư, 2012. Bài giảng Sinh lý động vật thủy sản. Trường Đại học Nông Lâm, Thành phố Hồ Chí Minh, 128.
- Riche, M. and Williams, T. N., 2009. Apparent digestible protein, energy and amino acid availability of three plant proteins in Florida pompano, *Trachinotus carolinus* L. in seawater and low-salinity water. *Aquaculture Nutrition* 16 (3): 223-230.
- Sun, L., Chen, H. and Huang, L., 2006. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 261: 872–878.
- Vien, T. D., 2011. Climate change and its impact on agriculture in Vietnam. *Journal of ISSAAS*, 17 (1): 17-21.
- Tuan, L. A. and Suppakorn, C., 2009. Climate change in the Mekong River Delta and key concerns on future climate threats. Paper submitted to DRAGON Asia Summit, Seam Riep, Cambodia.
- Võ Trường Chinh, 2014. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên hoạt tính enzyme tiêu hóa, độ tiêu hóa thức ăn và tăng trưởng của cá lóc đen (*Channa striata* Bloch, 1793). Luận văn thạc sĩ, Khoa 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.
- Winberg, G.C., 1956. Rate of metabolism and food requirements of fishes. Beloruss. State University, Minsk. *Fis. Res. Bd. Can. Transl. Ser. No. 194*: 160.
- Xie, S., Cui, Y., Yang, Y. and Liu, J., 1997. Energy budget of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in relation to ration size. *Aquaculture* 154 (1): 57-68.
- Xie, S., Zheng, K., Chen, J., Zang, Z., Zhu, X. and Yang, Y., 2011. Effect of water temperature on energy budget of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition* 17 (3): e683-e690.