

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NHU CẦU METHIONINE TRONG THỨC
ĂN CỦA CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*)**
**DIETARY METHIONINE REQUIREMENT OF STRIPED CATFISH (*Pangasianodon*
hypophthalmus) FINGERLING**

**Trần Thị Thanh Hiền¹, Thái Thị Thanh Thúy²,
Nguyễn Hoàng Đức Trung¹, Trần Lê Cẩm Tú¹**

¹ Khoa Thủy Sản, Đại học Cần Thơ

² Sở Nông Nghiệp và PTNN Sóc Trăng

ABSTRACT

Experiment were conducted to determine the dietary methionine requirement for striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) with initial weight 3,32 g/fish. Diets experiments contained approximately isonitrogenous (38%) and isolipidic (7%). L-D methionine was added to the basal diet with six treatments which containing from 4.5 to 14.5 g methionine/kg diet (11.9 to 38.2 g methionine/kg protein) with about 2 g/kg diet increments.. Results indicated that maximum weight gain, special growth rate, protein efficiency ratio occurred at 32.9 g methionine/kg protein and there were obtained significant differences at dietary methionine levels from 11.9 to 22.4 g methionine/kg protein among the treatments. The protein content of fish were significantly affected by dietary methionine levels. Feed conversion rate FCR were significantly ($p < 0.05$) improved by increasing dietary methionine concentration to approximately 27.7 g methionine/ kg protein. Broken line analysis on the basis of special growth rate showed that the dietary lysine requirement of striped catfish was 10.1 g/kg dry diet (26.7 g/kg protein).

Key words: Tra catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*, methionine requirements

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm xác định nhu cầu methionine của cá Tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn giống (3,32 g/con). Thí nghiệm được tiến hành với 6 nghiệm thức thức ăn có cùng mức protein (38%) và mức lipid (7%). Hàm lượng methionine từ 4,5 g đến 14,5 g methionine/kg thức ăn (11,9 đến 38,2 g/kg protein) với bước nhảy là 2 g/kg thức ăn. Kết quả thí nghiệm cho thấy tốc độ tăng trưởng đặc biệt và hiệu quả sử dụng protein đạt cao nhất tại hàm lượng methionine là 32,9 g/kg protein và sai khác có ý nghĩa với mức methionine từ 11,9 g đến 22,4 g/kg protein ($p < 0.05$). Hàm lượng protein của cá chịu ảnh hưởng có ý nghĩa bởi mức methionine trong thức ăn. Khi mức methionine tăng đến 27,7 g/kg protein thì FCR được cải thiện có ý nghĩa. Kết quả phân tích đường cong gãy khúc (Broken line) dựa trên sự tương quan giữa tốc độ tăng trưởng đặc biệt với hàm lượng methionine trong thức ăn cho thấy hàm lượng methionine tối ưu cho cá tra giống là 10,1 g/kg thức ăn (tương ứng 26,7 g/kg protein).

GIỚI THIỆU

Chi phí thức ăn trong nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) công nghiệp chiếm tỉ lệ từ 72,6% (sử dụng thức ăn tự chế) đến 78,4% (sử dụng thức ăn công nghiệp) tổng chi phí nuôi. Vì vậy, việc nghiên cứu để nâng cao chất lượng và giảm giá thành thức ăn luôn

¹ Khoa Thủy Sản, Đại học Cần Thơ

² Sở Nông Nghiệp và PTNN Sóc Trăng

được các nhà sản xuất thức ăn quan tâm. Trong chế biến thức ăn thủy sản, bột cá được xem là nguồn protein tốt nhất. Tuy nhiên, sản lượng bột cá ngày càng khan hiếm, giá thành ngày càng tăng nên giá thành thức ăn cũng tăng cao, làm ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của người nuôi. Hiện nay có nhiều nghiên cứu về việc thay thế bột cá bằng các nguồn protein thực vật rẻ tiền so với bột cá. Tuy nhiên protein thực vật thường thiếu hai acid amin thiết yếu là methionin, lysine (Lê Thanh Hùng, 2008). Trên thế giới khi nghiên cứu nhu cầu acid amin thiết yếu cho động vật thủy sản thì 2 acid amin này thường được tập trung nghiên cứu nhiều. Nhu cầu methionine cho cá hồi là 22 g methionine/kg protein (Kim và Kayes, 1992), và cá rô phi là 26,8 g methionine/kg protein (Santiago và Lovell, 1988). Đối với nhóm cá da trơn, cá nhéo Mỹ (Chanel catfish) nhu cầu methionine là 23 g/kg protein (Wilson, 1989).

Đối với nhóm cá da trơn Pangasiidae, nhu cầu dinh dưỡng của cá tra cũng đã được các nhà khoa học tập trung nghiên cứu. Nhu cầu protein của cá tra giống cỡ 2 g là 38% (Trần Thị Thanh Hiền và ctv, 2003), cá cỡ 10 g là 32% (Lê Thanh Hùng, 2000). Khả năng sử dụng carbohydrate của cá tra là 45% (Trần Thị Thanh Hiền và ctv, 2003). Đối với nhu cầu acid amin của cá tra, lysine được nghiên cứu đầu tiên, nhu cầu lysine được xác định cho cá tra giống (2gam) là 53,5g/kg protein (Trần Thị Thanh Hiền, 2009). Nghiên cứu này nhằm tiếp tục nghiên cứu về nhu cầu methionine của cá tra. Kết quả nghiên cứu cấp các dẫn liệu khoa học để hoàn chỉnh các nghiên cứu nhu cầu dinh dưỡng cá tra, xây dựng tiêu chuẩn thức ăn và góp phần vào việc xây dựng hoàn thiện công thức thức ăn cho cá tra.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thí nghiệm được tiến hành với 6 nghiệm thức thức ăn có cùng mức protein 38% (isonitrogenous) và lipis (7%) (isolipidic). Thức ăn cơ sở (không bổ sung Methionine) có sẵn hàm lượng methioinine 4,5 g/kg thức ăn tương ứng với 11,9 g/kg protein (có sẵn trong bột cá, gluten). Methionine được bổ sung vào thức ăn thí nghiệm từ 0 đến 10 g/kg thức ăn (tương ứng với hàm lượng methionine của các nghiệm thức từ 4,5 g/kg đến 14,5 g/kg thức ăn, ứng với 11,9 g đến 38,2 g/kg protein)

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu và hàm lượng dinh dưỡng của các nghiệm thức thức ăn

Thành phần nguyên liệu* (g/kg thức ăn)	Nghiệm thức thức ăn					
	1	2	3	4	5	6
Bột cá	200	200	200	200	200	200
Gluten	150	150	150	150	150	150
Dextrin	300	300	300	300	300	300
Gelatin	10	10	10	10	10	10
Hỗn hợp acid amin thiết yếu	67,8	67,8	67,8	67,8	67,8	67,8
Hỗn hợp acid amin không thiết yếu	64,2	62,2	60,2	58,2	56,2	54,2
L-D Methionine	0	2	4	6	8	10
Carboxymethyl cellulose	103	103	103	103	103	103
Dầu mực**	50	50	50	50	50	50
Premix vitamin**	20	20	20	20	20	20
Premix khoáng**	20	20	20	20	20	20
Vitamin C**	10	10	10	10	10	10
Cholin**	5	5	5	5	5	5
Thành phần hóa học (%)						

Thành phần nguyên liệu* (g/kg thức ăn)	Thí nghiệm thức ăn					
	1	2	3	4	5	6
Protein thô	37,3	37,8	38	37,5	38	38,1
Lipid thô	6,8	7,6	7,5	6,8	7,5	7,2
Tro	8,2	7,3	7,4	8,5	8,6	8,1
Xơ thô	1,20	1,13	1,09	1,19	1,03	1,20
NFE	46,5	46,2	53,4	46,0	44,9	45,4
Năng lượng (kJ/g)	20,9	21,4	21,4	21,0	21,6	21,4
Hàm lượng methionine						
Methionine g/kg thức ăn	4,5	6,5	8,5	10,5	12,5	14,5
Methionine g/kg protein	11,9	17,2	22,5	27,7	32,9	38,2

* Hàm lượng Cystine có sẵn là 2,15g/kg thức ăn (5,6g/kg protein)

**Dầu mực, premix Vitamin, premmix khoáng, vitamin C và cholin: Công ty Vemendim Cần Thơ

Hàm lượng các acid amin thiết yếu và không thiết yếu của các thí nghiệm thức ăn là giống nhau được dựa trên hàm lượng acid amin tương ứng trong cơ thể cá tra và được cân đối bằng hỗn hợp acid amin tổng hợp, ngoại trừ hàm lượng lysine được bổ sung theo kết quả nghiên cứu nhu cầu lysine của cá tra (Trần Thị Thanh Hiền, 2009).

Thí nghiệm được thực hiện trên hệ thống bể composite với thể tích 20 lít/bể, nước chảy tràn với tốc độ dòng chảy là 2 lít/phút, sục khí liên tục. Cá có khối lượng trung bình ban đầu là 3,32 g/con, mật độ bố trí 20 con/bể. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi thí nghiệm thức ăn được bố trí lặp lại 3 lần. Thời gian thí nghiệm là 8 tuần. Trong suốt thời gian thí nghiệm nhiệt độ môi trường dao động trong khoảng 26,5 đến 29°C, pH từ 8 -8,5, Oxy hòa tan từ 6 – 6,5 mg/lít.

Trong thời gian thí nghiệm cá được cho ăn thức ăn tối đa để thỏa mãn nhu cầu của cá, mỗi ngày cho ăn 3 lần, chất lượng nước trong bể thường xuyên được kiểm tra và duy trì ở điều kiện tốt cho sự phát triển của cá. Sau khi kết thúc thí nghiệm, tỉ lệ sống, khối lượng cá được xác định bằng cách đếm và cân toàn bộ số cá ở mỗi bể. Mẫu cá mỗi bể được trữ lạnh ở nhiệt độ âm 20°C để phân tích các thành phần hóa học của cơ thể cá theo phương pháp của AOAC (2000).

Các giá trị trung bình về sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn và độ lệch chuẩn được tính trên chương trình Excell, và phân tích thống kê bằng phương pháp ANOVA theo sau là phép thử DUNCAN ở mức ý nghĩa 0,05, sử dụng chương trình SPSS 13.0. Nhu cầu methionine của cá được xác định theo phương pháp đường gãy khúc – broken line (Robbin và ctv, 1979).

KẾT QUẢ THẢO LUẬN

Sinh trưởng và tỉ lệ sống

Kết quả cho thấy, tỉ lệ sống của cá tra không ảnh hưởng bởi các mức methionine trong thức ăn. Tuy nhiên, tỉ lệ sống thấp nhất (76,7%) khi cá ăn thức ăn có hàm lượng methionine thấp nhất (11,9 g/kg protein). Tỉ lệ sống của cá tra trong các thí nghiệm thức ăn dao động từ 76,7% đến 96,7%. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với báo cáo của Fagbenro (1998) trên cá trê (*Clarias gariepinus*); Coloso và ctv (1999) trên cá chêm (*Lates calcarifer*) tỉ lệ chết của cá

không có liên quan đến hàm lượng methionine trong thức ăn của cá. Tuy nhiên, ở cá chép ấn độ (*L. rohita*) ăn thức ăn có hàm lượng methionine thấp nhất 8 g/kg protein có tỉ lệ sống thấp hơn có ý nghĩa so với cá ăn thức ăn ở mức methionine nhu cầu tăng trưởng 28,8 g/kg protein (Murthy và Varghese, 1998).

Bảng 2. Tỉ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của cá tra với các mức methionine khác nhau

Methionine g/kg protein	Tỉ lệ sống %	Wi (g)	Wf(g)	WG (g)	DWG (g/ngày)
11,9	76,7±12,6 ^a	3,34±0,01	9,90±0,35 ^a	6,59±0,35 ^a	0,13±0,08 ^a
17,2	96,7±2,90 ^a	3,33±0,01	11,4±0,59 ^a	8,04±0,58 ^a	0,15±0,09 ^a
22,4	80,0±13,2 ^a	3,33±0,01	13,3±0,50 ^b	9,97±0,49 ^b	0,19±0,07 ^b
27,7	86,7±12,6 ^a	3,32±0,01	14,6±0,09 ^{bc}	11,3±0,09 ^{bc}	0,22±0,01 ^{bc}
32,9	90,0±10,0 ^a	3,32±0,01	15,5±0,65 ^c	12,2±0,66 ^c	0,23±0,08 ^c
38,2	78,3±12,6 ^a	3,32±0,01	14,8±0,84 ^{bc}	11,5±0,85 ^{bc}	0,22±0,11 ^{bc}

Wi(khối lượng đầu), Wf(khối lượng cuối), WG(tăng trọng)=Wf-Wi, DWG(tốc độ tăng trưởng ngày)=Wf-Wi/T

Giá trị thể hiện là số trung bình và độ lệch chuẩn

Các giá trị trên cùng một cột có các chữ cái giống nhau (a,b,c) thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$).

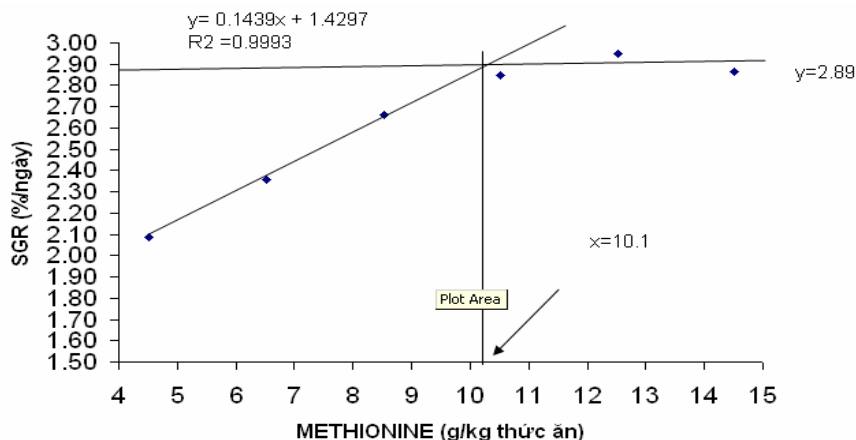
Tốc độ tăng trưởng của cá gia tăng khi hàm lượng methionine trong thức ăn tăng từ 11,9 đến 32,9 g/kg protein. Tuy nhiên, khi hàm lượng methionine trong thức ăn tăng 38,2 g/kg protein thì tăng trưởng của cá có dấu hiệu giảm nhẹ. Tăng trưởng (WG) và tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (DWG) của cá cao nhất là 12,2 và 0,23 g/ngày khi cá ăn thức ăn tại hàm lượng methionine là 32,9 g/kg protein, cao hơn có ý nghĩa với mức methionine thấp hơn (từ 11,9 đến 22,4 g/kg protein) ($p<0,05$), và ở hàm lượng methionine cao hơn (38,2 g/kg protein), sinh trưởng WG và DWG của cá có khuynh hướng giảm nhẹ nhưng không đáng kể ($p>0,05$).

Hầu hết kết quả nghiên cứu cho thấy, tốc độ tăng trưởng của các loài cá thường bị ảnh hưởng bởi mức methionine trong thức ăn, tăng trưởng của cá gia tăng khi hàm lượng methionine trong thức ăn tăng, và giảm đi khi hàm lượng methionine trong thức ăn cao hơn nhu cầu (Yan và ctv, 2007). Nghiên cứu trên cá nheo Mỹ với nguồn methionine từ protein đậu nành cho thấy sự tăng trưởng của cá tăng khi hàm lượng methionine trong thức ăn cho cá tăng và sau đó tốc độ tăng trưởng sẽ giảm dần khi mức methionine tăng dần (Cai và Burtle, 1996). Harding (1977) cũng báo cáo tốc độ tăng trưởng của cá nheo Mỹ tăng cùng với mức methionine trong thức ăn tăng từ 2,5 g/kg đến 8,1 g/kg thức ăn.

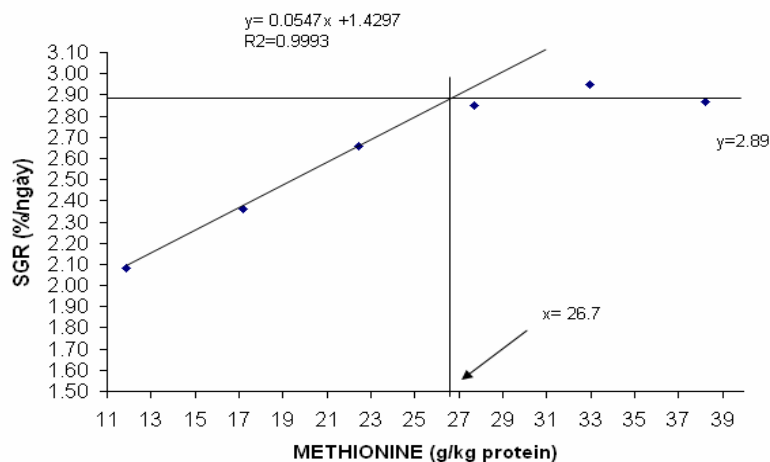
Tốc độ tăng trưởng đặc biệt (SGR) của cá tra chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng methionine trong thức ăn. SGR của cá tra tăng dần từ 2,08 đến 2,95 %/ngày khi cá ăn thức ăn có hàm lượng methionine tăng từ 11,9 g đến 32,9 g/kg protein, sau đó SGR của cá giảm nhẹ nhưng không đáng kể khi hàm lượng methionine tăng lên 38,2 g/kg protein. Kết quả phân tích (broken-line) về mối tương quan giữa tốc độ tăng trưởng đặc biệt và hàm lượng methionine trong thức ăn là $y = 0,1439x + 1,4297$ hoặc $y = 0,0547x + 1,4297$, và $y = 2,89$ (hình 1 và 2) thể hiện sự tương quan chặt chẽ giữa SGR và hàm lượng methionine trong thức ăn ($R^2 = 0,99$). Tốc độ tăng trưởng đặc biệt được ước tính tại điểm có hàm lượng methionine tối ưu là $x=10,1$ g/kg thức ăn, tương ứng với 26,7 g/kg protein.

Kết quả của phương trình trên cho thấy nhu cầu methionine tối ưu trong thức ăn cho cá tra giống là 10,1 g/kg thức ăn (tương ứng 26,7 g/kg protein) với hàm lượng protein trong thức ăn là 38%. Nhu cầu mức methionine trong thức ăn của cá tra trong tương đương với nhu

cầu methionine của một số loài cá như cá hồi (rainbow trout) là 27 g/kg protein (Ogino và ctv 1980); cá song (*E. coioides*) là 27,3 g/kg protein (Luo, 2005). Tuy nhiên nhu cầu methionine trong thức ăn cho cá tra cao hơn một số loài cá đã được báo cáo như cá nheo Mỹ (*I. punctatus*) là 23,4 g/kg protein (Harding 1977); cá hồi chấm hồng (*Salvelinusaplilus*) là 17,6 g/kg protein (Simmons, 1999) và thấp hơn so với cá trê phi (*C. gariepinus*) là 32 g/kg protein (Fagbenro, 1998).



Hình 1. Sự tương quan giữa hàm lượng Methionine (g/kg thức ăn) và tốc độ tăng trưởng đặc biệt (SGR) của cá tra giống.



Hình 2. Sự tương quan giữa hàm lượng methionine (g/kg protein) và tốc độ tăng trưởng đặc biệt (SGR) của cá tra giống.

Hiệu quả sử dụng thức ăn

Hệ số thức ăn (FCR) và hiệu quả sử dụng protein (PER) của cá chịu ảnh hưởng hàm lượng methionine trong thức ăn. Khi cá ăn thức ăn có hàm lượng methionine trong thức ăn tăng từ 11,9 g đến 27,7 g/kg protein thì hệ số thức ăn FCR của cá giảm từ 1,9 đến 1,26 và sau đó giá trị FCR gần như không đổi khi hàm lượng methionine trong thức ăn tăng cao hơn từ 32,9 đến 38,2 g/kg protein. Cá ăn thức ăn có hàm lượng methionine trong thức ăn thấp nhất (11,9 g/kg protein) FCR của cá cao nhất (1,9), sự sai khác này có ý nghĩa với hàm lượng methionine cao hơn (17,2 g đến 38,2 g/kg protein) ($p < 0,05$). Như vậy, methionine trong thức

ăn cho cá tra tăng thì FCR của cá giảm và khi methionine vượt quá nhu cầu của cá thì FCR không thay đổi. Yan và ctv (2007) nghiên cứu trên cá Rockfish (*S. schlegeli*) cho biết FCR giảm khi cá ăn thức có hàm lượng methionine trong thức ăn tăng và ở hàm lượng methionine trong thức ăn tăng cao hơn nhu cầu tăng trưởng thì FCR của cá tăng có ý nghĩa ($p < 0,05$).

Bảng 3. Hệ số thức ăn FCR và hiệu quả sử dụng protein PER của cá tra sau 8 tuần ăn thức ăn với hàm lượng methionine khác nhau.

Methionin g/kg protein	FCR	PER
11,9	1,90±0,05 ^c	1,40±0,09 ^a
17,2	1,53±0,17 ^b	1,74±0,15 ^b
22,4	1,39±0,01 ^{ab}	1,89±0,01 ^{bc}
27,7	1,26±0,03 ^a	2,09±0,02 ^{cd}
32,9	1,33±0,01 ^{ab}	1,99±0,01 ^{cd}
38,2	1,22±0,06 ^a	2,15±0,04 ^d

Giá trị thể hiện là số trung bình và độ lệch chuẩn

Các giá trị trên cùng một cột có các chữ cái giống nhau (a,b,c) thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Khi cá tra ăn thức ăn có mức methionine trong thức ăn tăng (từ 11,9 g đến 38,2 g/kg protein) thì hiệu quả protein PER cũng tăng theo (1,4 đến 2,15). Cá ăn thức ăn tại hàm lượng methionine trong thức ăn thấp nhất (11,9 g/kg protein) thì hiệu quả protein PER của cá (1,4) thấp nhất và sai khác ý nghĩa với hàm lượng methionine trong thức ăn cao hơn từ 17,16 g đến 38,2 g/kg protein ($p < 0,05$). PER của cá đạt cao nhất (2,15) khi cá ăn thức ăn có hàm lượng methionine cao nhất (38,2 g/kg protein). Kết quả nghiên cứu này cho thấy hiệu quả protein PER của cá tra phù hợp với sự báo cáo của Murthy và Varghese (1998) đối với cá chép Ấn Độ (*L. rohita*), và cá chêm (*L. calcarifer*), hiệu quả thức ăn PER cao nhất khi cá ăn thức ăn có mức methionine cao nhất (Coloso và ctv, 1999)

Thành phần hóa học của cơ thể cá tra

Bảng 4. Thành phần hóa học của cơ thể cá tra sau 8 tuần ăn thức ăn với mức methionine khác nhau (tính theo % khối lượng tươi).

Methionine g/kg protein	Độ ẩm	Protein	Lipid	Tro
11,9	74,4±1,65 ^a	12,1±0,22 ^a	7,38±0,35 ^b	2,77±0,38 ^a
17,2	75,7±0,84 ^a	12,4±0,41 ^a	7,10±0,20 ^b	2,68±0,23 ^a
22,4	75,7±0,90 ^a	13,1±0,45 ^b	6,48±0,39 ^a	2,83±0,70 ^a
27,7	76,6±2,36 ^a	13,0±0,45 ^b	7,00±0,09 ^{ab}	2,63±0,20 ^a
32,9	75,4±0,04 ^a	12,6±0,06 ^{ab}	6,96±0,02 ^{ab}	2,73±0,07 ^a
38,2	76,1±0,42 ^a	12,5±0,30 ^{ab}	6,95±0,53 ^{ab}	2,51±0,15 ^a

Giá trị thể hiện là số trung bình ± độ lệch chuẩn

Các giá trị theo sau cùng mẫu chữ cái (a,b,c) thì khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$)

Thành phần hóa học của cá chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng methionine trong thức ăn, đặc biệt là protein và lipid. Khi cá ăn thức ăn có hàm lượng methionine tăng từ 11,9 đến 22,4 g/kg protein thì protein của cơ thể cá cũng tăng từ 12,1 - 13,1%. Tuy nhiên ở mức methionine trong thức ăn cao hơn, protein cơ thể có khuynh hướng giảm nhẹ. Theo Yan và ctv (2007) nghiên cứu về nhu cầu methionine trong thức ăn của cá rockfish (*S. schlegeli*), protein cơ thể

cá tăng với hàm lượng methionine trong thức ăn tăng đến 15,8 g/kg protein và sau đó hàm lượng methionine tăng cao hơn thì protein cơ thể giảm có ý nghĩa.

Ngược lại với kết quả protein của cơ thể, lipid của cơ thể cá tra giảm nhẹ khi mức methionine trong thức ăn tăng từ 11,9 đến 22,4 g/kg protein ($p < 0,05$) và sau đó khi hàm lượng methionine tăng cao hơn thì lipid cơ thể vẫn không đổi. Kết quả trong nghiên cứu về thành phần cơ thể của cá tra phù hợp với Luo và ctv 2005, trên cá mú giống (*E. coioides*); và Toni Ruchimat (1997) trên cá đuôi vàng (*S. quinquerediata*), các tác giả báo cáo rằng protein và lipid cơ thể có sự sai khác có ý nghĩa so với mức methionine trong thức ăn.

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Hàm lượng methionine trong thức ăn ảnh hưởng đến sự tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, thành phần hóa học của cá tra. Nhu cầu methionine ở mức tối ưu đáp ứng sự tăng trưởng của cá tra là 26,7 g/kg protein (10,1 g/kg thức ăn).

Cần tiếp tục nghiên cứu nhu cầu methionine ở các cỡ cá tra lớn hơn và nhu cầu các acid amin thiết yếu khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists Arlington.
- Cai Y and Burtle 1996. Methionine requirement of channel fed soybean meal corn based diets. J Anim Sci 74, 514-521.
- Coloso, R.M and Murillo-Gurrea.D.P, 1999. Sulphur amino acid requirement of juvenile Asian sea bass *Lates calcarifer*. J. Appl. Ichthol 15, 54-58.
- Fagbenro. O. A, 1998. Dietary Methionine Requirement of the African Catfish, *Clarias gariepinus*. Fish Nutrition Unit, Department of Biological Sciences.
- Harding Dwight E, Otis W, Allen Wilson Robert P, 1977. Sulfur Amino Acid Requirement of Channel Catfish: L-Methionine and L-Cystine. J.Nutri.107; 2031-2035.
- Kim and Kayas. 1992. Requirement for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Aquaculture 106, 333-344.
- Lê Thanh Hùng. 2008. Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Luo Zhi, Yong-jian Liu, 2005. Dietary l-methionine requirement of juvenile grouper *Epinephelus coioides* at a constant dietary cystine level.
- Murthy H.S and Varghese, 1998. Total sulphur amino acid requirement of Indian carp, *Labeo rohita* (Hamilton). Aquaculture Nutrition 4, 61-65
- Ogino, C, 1980. requirement of carp and rainbow trout for essential amino acid. Bullentin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 46; 171-175
- Robbins K.R., Norton, H.W and Baker, D.H, 1979. Estimation of nutrient requirement from growth data. J. Nutrition, 109, 1710-1714.
- Santiago, C. B., and R. T. Lovell. 1988. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. Aquaculture Nutrition 118: 1540-1546.
- Simmons and Moccia, Bureau, Sivak & Herbert, 1999. Dietary methionine requirement of juvenile Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.)

- Toni Ruchimat, 1998. Quantitative methionine requirement of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). *Aquaculture* 150 , 113-122
- Trần Thị Thanh Hiền, 2009. Nghiên cứu xác định nhu cầu lysine của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, số 11: tr 398-405
- Trần Thị Thanh Hiền, Dương Thuý Yên và Nguyễn Thanh Phương. 2003. Nghiên cứu nhu cầu chất protein, chất bột đường và phát triển thức ăn cho 3 loài cá trôn nuôi phổ biến cá basa *Pangasius bocourti*, cá Hú *P. conchophilus*, và cá tra *P. hypophthalmus* giai đoạn giống. *Báo cáo Khoa học. Đề tài cấp bộ*. 64 trang
- Wilson, R. P, 1989. Amino acids and proteins. in J. E. Halver, editor. *Fish nutrition*, 2nd edition. Academic Press, Inc., New York, USA, 112-153
- Yan Q, Xie S, Zhu X, Lei W, Yang Y, 2007. Dietary methionine requirement for juvenile rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture Nutrition*, Volume 13, Number 3, pp. 163-169