

NHU CẦU LIPID VÀ N-3 HUFA CỦA TÔM HÙM BÔNG GIAI ĐOẠN PUERULUS ĐẾN CỠ 10 G/CON

LIPID AND N-3 HUFA REQUIREMENTS OF ORNATE SPINY LOBSTER AT STAGE FROM PUERULUS TO 10 G SIZE

Lê Anh Tuấn¹, Mai Duy Minh²

Trường Đại học Nha Trang

Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III

Tác giả liên hệ: Lê Anh Tuấn (Email: leanhtuan@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 09/06/2019; Ngày phản biện thông qua: 25/09/2019; Ngày duyệt đăng: 28/09/2020

TÓM TẮT

Hai thí nghiệm tiếp nối nhau với 11 tuần mỗi thí nghiệm đã được tiến hành nhằm khảo sát các phản ứng tăng trưởng của con giống tôm hùm với thức ăn có các hàm lượng lipid và n-3 HUFA khác nhau. Trong cả 2 thí nghiệm, tôm hùm (khối lượng ban đầu trung bình là 0,29 g) được phân bổ thành các nhóm 30 con vào 16 bể 150 L, được cho ăn 6 lần mỗi ngày đến mức thỏa mãn. Bốn nghiệm thức thức ăn của thí nghiệm thứ nhất có mức protein như nhau là 550 g kg⁻¹ chất khô và bốn mức lipid (đó là 60, 80, 100 và 120 g kg⁻¹ chất khô). Sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm hùm giống (P2) đạt mức tối đa ở thức ăn có hàm lượng lipid 9%. Trong thí nghiệm thứ hai, bốn nghiệm thức thức ăn có mức protein và lipid như nhau (lần lượt là 550 và 97 g kg⁻¹ chất khô) và chỉ khác nhau về hàm lượng n-3 HUFA (đó là 18, 20, 22 và 24 g kg⁻¹ chất khô). Mức tăng trưởng tối đa của tôm hùm được xác định ở nghiệm thức có hàm lượng n-3 HUFA là 1,9% chất khô. Các kết quả cho thấy hàm lượng lipid và n-3 HUFA tối ưu trong thức ăn cho tôm hùm bông ở giai đoạn giống này lần lượt là 90 và 19 g kg⁻¹ chất khô.

Từ khóa: cho ăn, dinh dưỡng, lipid, n-3 HUFA, tôm hùm bông.

ABSTRACT

Two successive experiments within 11 weeks each, were carried out to examine growth performance of juvenile lobsters to pelleted diets. In both experiments, lobsters (mean initial weight of 0.29 g) were allocated in groups of 30 animals in 16 150-L tanks, fed 6 times daily to satiation. The water quality parameters in both experiments were in adaptive ranges of lobsters. Four dietary treatments in the first trial have the same protein content of 550 g kg⁻¹ dry matter (DM) and four different lipid contents (nominally 60, 80, 100 and 120 g kg⁻¹ DM). Maximal growth performance was determined to occur at dietary lipid content of 9%. In the second trial, four dietary treatments had the same protein and lipid contents (of 550 and 97 g kg⁻¹ DM, respectively) and the only difference in n-3 HUFA content (nominally 18, 20, 22 and 24 g kg⁻¹ DM). Maximal growth was interpolated to occur at dietary n-3 HUFA content of 1,9%. The results indicated that the optimal dietary lipid and n-3 HUFA content of the diet for *P. ornatus* in this juvenile stage was about 90 and 19 g kg⁻¹ DM, respectively

Key words: feeding, lipid, n-3 HUFA, nutrition, ornate spiny lobster.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tôm hùm bông (*Panulirus ornatus*) là một trong những đối tượng nuôi quan trọng ở Việt Nam và nhiều nước thuộc châu Á như Philippines, Indonesia, Malaysia, Ấn Độ... Nghiên cứu sử dụng thức ăn tổng hợp đầu tiên trên các loài tôm hùm gai *P. ornatus*, *J. edwardsii* và *P. cygnus* cho thấy các loài này đều có thể tiếp nhận được thức ăn viên khô, nhưng ở các mức độ khác

nhau [23, 31]. Để có thể phát triển được thức ăn hoàn chỉnh cho tôm hùm bông từ khâu ương đến nuôi thịt thì cần thiết phải có được thông tin đầy đủ về nhu cầu dinh dưỡng của chúng qua các giai đoạn, trong đó có nhu cầu lipid và n-3 HUFA (Highly Unsaturated Fatty Acids). Lipid là nguồn năng lượng chuyển hóa quan trọng (ATP) và các acid béo tự do có nguồn gốc từ các

triglycerides (như ở dầu cá) là nguồn nhiên liệu hiệu quả nhất cho sự chuyển hóa năng lượng trong cơ của động vật thủy sản. Ngoài ra, với nhiều loài thủy sản, HUFA thể hiện hoạt tính của acid béo thiết yếu (EFA activity) mạnh hơn các đơn vị cơ bản tương ứng (chẳng hạn như: 18:3 n-3) [26]. Hiện đã có được một lượng thông tin đáng kể về nhu cầu lipid và n-3 HUFA cũng như các dưỡng chất khác của tôm hùm bông [1, 2, 23, 29]. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên chủ yếu được tiến hành trên tôm hùm giai đoạn giống cỡ nhỏ (sau Puerulus khoảng 2-3 tháng) hoặc tôm sắp trưởng thành (sau Puerulus 3 tháng trở đi). Nghiên cứu này nhằm xác định nhu cầu lipid và n-3 HUFA của tôm hùm bông giai đoạn từ cuối Puerulus và bắt đầu ăn ngoài (P2) đến cỡ 10 g/con, qua đó góp phần phát triển thức ăn viên cho ương tôm hùm bông.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Thiết kế thí nghiệm

Hai thí nghiệm được tiến hành nối tiếp nhau (Thí nghiệm xác định nhu cầu lipid được tiến hành trước). Mỗi thí nghiệm kéo dài 11 tuần. Tôm hùm thí nghiệm là tôm được nhập khẩu từ Indonesia, ở giai đoạn puerulus có sắc tố (P2). Chúng có chiều dài giáp đầu ngực CL = 6-7 mm và khối lượng W = 0,28-0,30 g/con.

Thức ăn ở thí nghiệm 1: Nguyên liệu cung cấp protein chủ yếu là bột cá, ngoài ra, còn có thêm bột tôm lân, gluten bột mì và thủy sản tươi. Dầu cá là nguồn cung cấp lipid (Bảng 1). Tôm hùm giai đoạn Puerulus (P2) được cho ăn một trong 4 tổ hợp thức ăn có hàm lượng lipid là: 6%, 8%, 10% và 12% (tính theo chất khô) với các mức tăng là 2%.

Thức ăn được chế biến như sau: Các nguyên

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu và sinh hóa của các tổ hợp thức ăn trong thí nghiệm 1

Nguyên liệu	55P 6L	55P 8L	55P 10L	55P 12L
Bột cá Peru	65,0	65,0	65,0	65,0
Bột tôm lân	6,3	6,3	6,3	6,3
Gluten bột mì	6,0	6,0	6,0	6,0
Bột mì	6,0	4,0	2,0	0
Thủy sản tươi ¹	12,3	12,3	12,3	12,3
Dầu cá	0,5	2,5	4,5	6,5
Lecithin	1,0	1,0	1,0	1,0
Hỗn hợp vi dưỡng chất ²	1,9	1,9	1,9	1,9
Kết dính	1,0	1,0	1,0	1,0
Tổng	100	100	100	100
Thành phần sinh hóa				
Chất khô (%)	82,4	82,6	82,8	83,0
Tro (%)	11,5	11,7	12,0	11,8
CP (%)	55,1	54,9	54,7	54,5
Lipid (%)	6,5	8,4	10,4	12,4
Xơ (%)	1,2	1,1	1,1	1,1
GE (MJ/kg) ³	18,9	19,3	19,8	20,2
Triacylglycerol -TAG (%) ⁴	1,94	2,39	2,83	3,28
Phospholipids - PL (%)	4,36	4,55	4,73	4,91

¹Gồm thịt cua biển, vẹm xanh, cá liệt và ốc bươu vàng;

²Gồm hỗn hợp vitamin, hỗn hợp khoáng và Carophyll pink. Hỗn hợp vitamin là sản phẩm của Rabar Nutrition, Beaudesert, Australia có thành phần (mg/kg): Retinol (A), 1,8; ascorbic acid (C), 100; cholecalciferol (D₃), 0,03; menadione (K₃), 10,0; d/l α-tocopherol (E), 200; choline, 500; inositol, 100; thiamine (B₁), 15; riboflavin (B₂), 20; pyridoxine (B₆), 15; d-pantothenic acid (B₅), 50; nicotinic acid, 75; biotin, 0,5; cyanocobalamin (B₁₂), 0,05; folic acid, 5; and ethoxyquin, 150. Hỗn hợp khoáng là sản phẩm của Rabar Nutrition, Beaudesert, Australia có thành phần (mg/kg): Co (as CoCl₂·6H₂O), 0,5; Cu (as CuSO₄·5H₂O), 5; Fe (as FeSO₄·7H₂O), 40; I (as KI), 4; Cr (as KCr₂SO₄), 0,5; Mg (as MgSO₄·7H₂O), 150; Mn (as MnSO₄·H₂O), 25; Se (as NaSeO₃), 0,1; and Zn (as ZnSO₄·7H₂O), 100. Carophyll pink là sản phẩm của F. Hoffmann-La Roche Ltd, Basel, Switzerland, chứa 8% astaxanthin.

³Được ước tính theo các hệ số chuyển hóa năng lượng.

⁴Chỉ tính với các acid béo n-3 và n-6.

liệu được nghiền mịn trong máy nghiền búa và được rây qua rây inox cỡ 0,5 mm trước khi chuẩn bị thức ăn. Các nguyên liệu sau đó được cân theo đúng liều lượng trên cân kỹ thuật có độ chính xác 0,01 g và trộn trong thiết bị trộn của máy Mixer 20QT theo thứ tự các nguyên liệu khô và tươi, đến các thành phần vi dưỡng chất, rồi mới đến dầu và nước (300-400 g/kg thức ăn). Sau khoảng 30 phút trộn, hỗn hợp được tạo sợi qua bộ phận đùn của máy Mixer với đường kính lỗ khuôn là 1,8 mm. Thức ăn dạng sợi sau đó được cho vào khay đặt vào máy hấp ở 60°C trong 5 phút, rồi chuyển ngay vào tủ sấy (Model OM 100 ME, Australia) ở 60°C trong 24 giờ. Sau khi sấy, các sợi thức ăn được cho vào máy cắt để cắt viên. Các viên thức ăn sau khi cắt được rây để loại bỏ phần thức ăn bị vụn nát. Thức ăn sau khi cắt được bảo quản trong tủ đông -20°C cho đến khi sử dụng.

Thức ăn ở thí nghiệm 2: Thức ăn nền cho thí nghiệm này dựa trên tổ hợp thức ăn 55P 10L ở thí nghiệm 1. Ngoài ra, một số loại dầu đã được tổ hợp để tạo ra các loại thức ăn thí nghiệm có các mức n-3 HUFA khác nhau, từ 1,8% đến 2,4% tính theo chất khô (Bảng 2). Thức ăn được chế biến tương tự như ở thí nghiệm 1. Thức ăn sau khi cắt được bảo quản trong tủ đông âm 20°C cho đến khi cho tôm hùm ăn mới đem ra.

Các thí nghiệm được tiến hành tại Trại thực nghiệm thủy sản Lê Đình Ba, Tổ 14 Đường Đệ, Vĩnh Hòa, Nha Trang. Cả hai thí nghiệm đều có 4 nghiệm thức: ở *Thí nghiệm 1*, bốn nghiệm thức thức ăn khác nhau về hàm lượng lipid (6, 8, 10 và 12% chất khô); ở *Thí nghiệm 2*, bốn nghiệm thức thức ăn khác nhau về hàm lượng n-3 HUFA (1,8%; 2,0%; 2,2% và 2,4% chất khô). Mỗi nghiệm thức được lặp 4 lần. Mỗi bể

Bảng 2. Thành phần nguyên liệu và sinh hóa của các tổ hợp thức ăn trong thí nghiệm 2

<i>Nguyên liệu</i>	1,8%	2,0%	2,2%	2,4%
Bột cá Peru	66	66	66	66
Bột tôm lân	6,3	6,3	6,3	6,3
Gluten bột mì	6	6	6	6
Bột mì	1,85	1,85	1,85	1,85
Thủy sản tươi ¹	12,3	12,3	12,3	12,3
Dầu cá giàu EPA/DHA	0,13	0,25	0,38	0,5
Dầu đậu nành	0,30	0,6	0,90	1,2
Dầu hạt lanh	0,38	0,65	0,93	1,2
Dầu hạt cải	0,70	0,7	0,70	0,7
Mỡ bò	2,10	1,4	0,70	0
Lecithin	1	1	1	1
Hỗn hợp vi dưỡng chất ²	1,9	1,9	1,9	1,9
Kết dính	1	1	1	1
Ethoxyquin	0,05	0,05	0,05	0,05
Tổng	100	100	100	100
<i>Thành phần sinh hóa</i>				
Chất khô (%)	82,7	82,6	82,5	82,4
Tro (%)	11,9	12,0	11,8	12,1
Protein (%)	55,1	55,2	55,3	55,3
Lipid (%)	9,6	9,7	9,7	9,8
Xơ (%)	1,1	1,0	1,1	1,1
Tổng n-3HUFA (%)	1,81	2,00	2,20	2,39

¹tương tự thức ăn của Thí nghiệm 1; ² tương tự thức ăn của Thí nghiệm 1.

lập chứa 30 con tôm hùm ở giai đoạn puerulus (P2). Tổng số tôm hùm puerulus dùng cho mỗi thí nghiệm là 480 con. Thí nghiệm được tiến hành trong thời gian 77 ngày sau khi thuần dưỡng 3 ngày. Hệ thống bể thí nghiệm gồm 16 bể composite có dung tích 150 L/bể. Các bể đều được cấp nước biển lọc sạch và được sục khí liên tục. Tôm hùm thí nghiệm được cho ăn 6 lần/ngày (07h30, 10h30, 13h30, 16h30, 19h30 và 22h30). Thức ăn thừa của mỗi bể được thu lại để hiệu chỉnh lượng thức ăn mà tôm ăn vào.

2. Các phương pháp đo đạc và phân tích chính

Phân tích các chỉ tiêu sinh hóa: Các chỉ tiêu này được phân tích tại Trung tâm Thí nghiệm – Thực hành, Trường Đại học Nha Trang. Độ ẩm được xác định bằng Phương pháp sấy theo TCVN4326:2001. Hàm lượng tro được xác định bằng phương pháp nung theo TCVN5105:2009. Hàm lượng protein thô được xác định theo *phương pháp Kjeldahl*. Lipid được phân tích bằng phương pháp *Folch* [8]. Hàm lượng xơ được xác định theo phương pháp được mô tả trong TCVN4329:2007. Lipid tổng số được sử dụng để phân tích thành phần acid béo bằng phương pháp sắc ký khí theo TCVN8677-2:2013.

Hàm lượng năng lượng được tính dựa vào các hệ số chuyển hoá năng lượng 23,4; 39,2 và 17,2 kJ/g cho protein, lipid và carbohydrate, theo thứ tự tương ứng [5]. Carbohydrate được tính bằng tổng chung trừ cho tổng của độ ẩm, tro, protein và lipid.

Phân tích số liệu: số liệu được xử lý thống kê trên các phần mềm SPSS và Excel phiên bản 2010. Phép kiểm định Duncan's Multiple Range được sử dụng để kiểm tra sự khác nhau giữa các giá trị trung bình của các nghiệm thức. Phương pháp hồi quy bậc II được áp dụng để xác định các mức tối ưu từ các hàm lượng lipid và n-3 HUFA nghiên cứu. Các sai khác được đánh giá ở mức ý nghĩa ở mức $P < 0,05$.

Xác định các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả ương nuôi: Các chỉ tiêu đánh giá và các công thức tính kèm theo như sau [7, 11]: Mức tăng khối lượng hàng ngày: $WG (g/ngày) = (W_e - W_s)/d$; Tốc độ sinh trưởng đặc trưng: $SGR (\%/ngày) = (\ln(W_e) -$

$\ln(W_s)) \times 100/d$; Lượng thức ăn cá ăn vào tính theo chất khô: $FI (g \text{ thức ăn/cá thể tôm hùm}) = (1/n) \times [FI_{af} \times DM - (L_{105}/DM \times WS)]$; Hệ số chuyển hoá thức ăn: $FCR = FI/(W_e - W_s)$. Trong đó: W_s - khối lượng tôm hùm khi bắt đầu thí nghiệm; W_e - khối lượng tôm hùm khi kết thúc thí nghiệm; d - thời gian thí nghiệm tính theo ngày; n - số lượng tôm hùm trong bể thí nghiệm; FI_{af} - lượng thức ăn cho tôm hùm ăn trong suốt đợt thí nghiệm; L_{105} - lượng thức ăn thừa khi cho tôm hùm ăn trong suốt đợt thí nghiệm đã được sấy khô ở 105°C (g); DM - hàm lượng chất khô của thức ăn dưới dạng số thập phân;

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Nhu cầu lipid của tôm hùm bông giai đoạn puerulus đến cỡ 10g/con

Trong suốt thời gian thí nghiệm không có sự cố về chất lượng nước. Kết quả từ Bảng 3 cho thấy sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm hùm giống có xu hướng được cải thiện khi hàm lượng lipid trong thức ăn tăng lên từ 6% đến 10%, còn sau đó thì suy giảm đáng kể ($P < 0,05$). Để có thể ước tính hàm lượng lipid tối ưu cho sinh trưởng của tôm hùm giống dựa trên số liệu có được, sự ảnh hưởng của hàm lượng lipid thức ăn đến các thông số sinh trưởng (SGRw) và hiệu quả sử dụng thức ăn (FCR) đã được mô hình hóa.

Kết quả từ Hình 1 cho thấy có 55-77% sự biến thiên của các thông số này có thể được mô tả bằng các đường hồi quy bậc hai. Qua các đường hồi quy này, hàm lượng lipid tối ưu cho tôm hùm giống từ puerulus tới cỡ 10 g được nội suy là 9% khối lượng khô. Sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm hùm giống, theo nội suy, đạt mức tối đa ở thức ăn có hàm lượng protein 54,8% và lipid 9% là tương tự với kết quả nghiên cứu của Smith và cộng sự (2003), với các giá trị protein và lipid tương ứng là 53,3% và 10% [23]. Tỷ lệ protein với năng lượng của thức ăn hỗ trợ tốc độ tăng trưởng tối đa được rút ra là 28,4 g CP/MJ GE. Giá trị này rất gần với giá trị tối ưu mà Smith (2003) đã rút ra là 29 g CP/MJ GE cho tôm hùm bông [23] và của Cuzon & Guillaume (1997) cho tôm he là 30 g CP/MJ GE [6].

Tuy nhiên, Smith và cộng sự (2003) đã

Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng lipid thức ăn đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm hùm giai đoạn puerulus đến cỡ 10 g/con.

Thông số đánh giá	Lipid (%)				±SEM
	6	8	10	12	
CL _s (mm)	6,43 ^a	6,50 ^a	6,25 ^a	6,68 ^a	0,122
CL _e (mm)	21,25 ^a	21,33 ^a	21,45 ^a	21,25 ^a	0,003
W _s (g)	0,29 ^a	0,29 ^a	0,28 ^a	0,29 ^a	0,045
W _e (g)	9,80 ^b	10,88 ^c	12,00 ^d	8,99 ^a	0,298
WG (g/con/ngày)	0,12 ^b	0,13 ^b	0,14 ^c	0,11 ^a	0,003
SGR _{Cl} (%/ngày)	1,54 ^a	1,55 ^a	1,56 ^a	1,54 ^a	0,025
SGR _W (%/ngày)	4,53 ^{ab}	4,63 ^b	4,79 ^c	4,48 ^a	0,035
FI (g/con/ngày)	0,25 ^a	0,23 ^a	0,23 ^a	0,25 ^a	0,009
FCR (g:g)	2,06 ^{ab}	1,78 ^{ab}	1,59 ^a	2,24 ^b	0,096
SR (%)	75 ^a	75 ^a	80 ^a	73 ^a	1,4

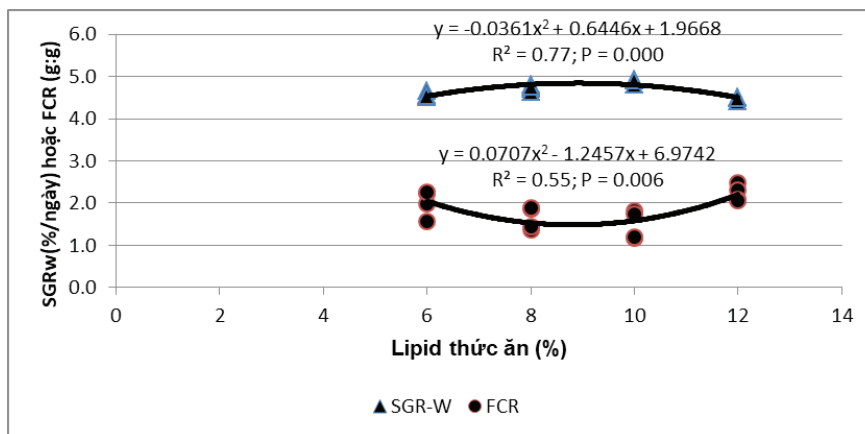
^{a,b,c} Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang ký tự khác nhau thể hiện khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$).

SEM – Sai số chuẩn ($n = 16$).

ngiên cứu trên tôm hùm giống có kích cỡ ban đầu lớn hơn (1,9 g/con) và tốc độ sinh trưởng của tôm hùm trong nghiên cứu của họ là thấp hơn (1,05%/ngày) [23]. Điều này có thể do nghiên cứu của họ mang tính khai phá nên các

công thức thức ăn tại thời điểm đó chưa thật hoàn thiện, đặc biệt là tính dẫn dụ của thức ăn. Ngoài ra, tần suất cho ăn ít hơn của họ (2 lần/ngày) cũng có thể là một nguyên nhân.

Ngoài tự nhiên, khi cư trú tại các vùng sinh



Hình 1. Ảnh hưởng của lipid thức ăn đến sinh trưởng và chuyển hóa thức ăn của tôm hùm.

thái ven bờ, ấu trùng puerulus bắt đầu hình thành các sắc tố (P1 và P2) trong khoảng 13 ngày tiếp theo và chuẩn bị cho lột xác thành con giống instar I (Fisrt Instar Juvenile) [15]. Trong suốt giai đoạn puerulus, ấu trùng hầu như không hoạt động và chưa ăn ngoài [16]. Những sự tích trữ lipid trong giai đoạn ấu trùng phyllosoma, vì thế là cần thiết cho sự sống sót của tôm hùm qua giai đoạn puerulus không ăn [8, 14, 17, 25]. Có một sự thống nhất cao trong

các báo cáo khoa học trước đây về ấu trùng tôm hùm thuộc họ tôm hùm gai Palinuridae [20, 21, 31], đó là các lipid phân cực thuộc nhóm lipid phổ biến ở ấu trùng phyllosoma và đã cho là chiếm >90% hàm lượng lipid tổng số trong một nghiên cứu gần đây [4]. Các lipid phân cực rất cần cho các quá trình sinh lý ở ấu trùng cá và giáp xác [8, 28]. Chẳng hạn, phospholipid (PL) là một nguồn năng lượng quan trọng và là nguồn các acid béo thiết yếu trong quá trình phát triển

ấu trùng ở giai đoạn sớm [10, 22]. Nhóm lipid chiếm ưu thế thứ hai ở ấu trùng phyllosoma là cholesterol [4] và nó cũng được ghi nhận ở các giáp xác mười chân [13, 19, 27], có chức năng như một tiền chất quan trọng cho quá trình lột xác và sự biến thái cuối cùng [24]. Trong khi đó, triacylglycerol (TAG) là nguồn dự trữ năng lượng ngắn hạn chính ở nhiều sinh vật biển [4] và là một thành phần phổ biến trong thức ăn cho giáp xác, đặc biệt có nhiều trong dầu cá (Bảng 2). Giữa TAG và PL dường như có sự chuyển đổi qua lại trong cơ thể tôm hùm như được đề cập trong một số nghiên cứu gần đây [4, 15]. Trong nghiên cứu này, tôm hùm lúc bắt đầu thí nghiệm đang ở giai đoạn cuối Puerulus (P2) và bắt đầu ăn thức ăn ngoài. Do cần có nguồn năng lượng tức thời để đáp ứng nhu cầu phát triển của cơ thể, việc tôm hùm tiếp nhận thức ăn chứa

nguồn lipid dạng TAG sẵn có trong dầu cá là điều hợp lý. Tuy nhiên, việc phân tích xa hơn sự biến đổi thành phần lipid của tôm hùm theo các giai đoạn phát triển là rất cần thiết để củng cố thêm hướng suy luận này.

2. Nhu cầu n-3 HUFA của tôm hùm bồng giai đoạn puerulus đến cỡ 10g/con

Tương tự như ở thí nghiệm 1, trong suốt thời gian thí nghiệm không có sự cố về chất lượng nước. Kết quả từ Bảng 4 cho thấy sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm hùm giống có xu hướng được cải thiện khi hàm lượng n-3 HUFA trong thức ăn tăng lên từ 1,8% đến 2,0%, còn sau đó thì suy giảm và sự khác biệt các giá trị về SGRw và FCR ở các nghiệm thức có hàm lượng n-3 HUFA 2,0% và 2,4% là có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Bảng 4. Ảnh hưởng của hàm lượng n-3 HUFA thức ăn đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm hùm giống giai đoạn tôm trắng (puerulus) đến cỡ 10 g/con.

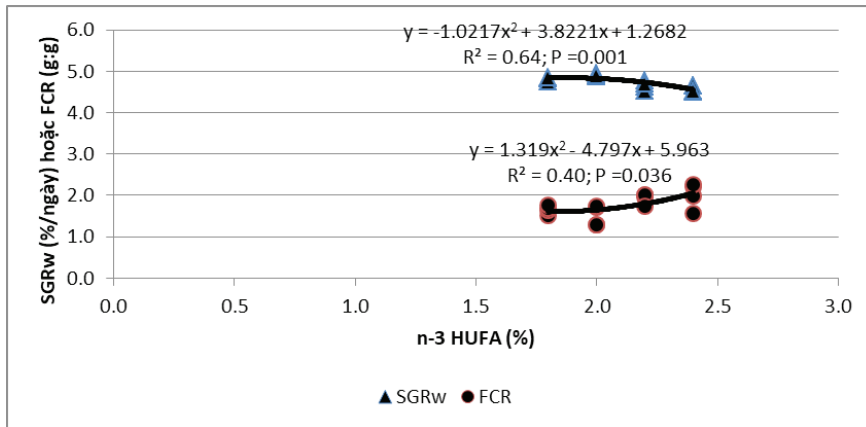
Thông số đánh giá	n-3 HUFA (%)				±SEM
	1,8	2,0	2,2	2,4	
CL _s (mm)	6,43 ^a	6,25 ^a	6,43 ^a	6,43 ^a	0,114
CL _c (mm)	21,43 ^a	21,45 ^a	21,25 ^a	21,25 ^a	0,040
W _s (g)	0,29 ^a	0,28 ^a	0,29 ^a	0,29 ^a	0,002
W _c (g)	11,58 ^b	12,24 ^c	10,34 ^a	9,80 ^a	0,266
WG (g/con/ngày)	0,15 ^b	0,15 ^b	0,13 ^a	0,13 ^a	0,003
SGR _{Cl} (%/ngày)	1,57 ^a	1,61 ^a	1,56 ^a	1,56 ^a	0,023
SGR _w (%/ngày)	4,8 ^b	4,9 ^b	4,6 ^{ab}	4,5 ^a	0,037
FI (g/con/ngày)	0,243 ^a	0,235 ^a	0,253 ^a	0,248 ^a	0,0073
FCR (g:g)	1,65 ^{ab}	1,51 ^a	1,94 ^{bc}	2,01 ^c	0,072
SR (%)	78,4 ^a	80,0 ^a	76,7 ^a	75,0 ^a	1,34

^{a,b,c} Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang ký tự khác nhau thể hiện khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$).

SEM – Sai số chuẩn ($n = 16$).

Đề có thể ước tính hàm lượng n-3 HUFA tối ưu cho sinh trưởng của tôm hùm giống dựa trên số liệu có được, sự ảnh hưởng của hàm lượng n-3 HUFA thức ăn đến các thông số sinh trưởng (SGRw) và hiệu quả sử dụng thức ăn (FCR) đã được mô hình hóa. Kết quả nghiên cứu cho thấy có 40-64% sự biến thiên của các thông số này có thể được mô tả bằng các đường hồi quy bậc hai. Qua các đường hồi quy này, hàm lượng n-3 HUFA tối ưu cho tôm hùm giống từ puerulus tới cỡ 10 g được nội suy là 1,9% khối

lượng khô (Hình 2). Các kết quả trên cho thấy n-3 HUFA rất cần cho sinh trưởng của tôm hùm giống, tương tự như với các loài cá và giáp xác ở biển khác. Việc thiếu n-3 HUFA trong thức ăn của cá biển đã được ghi nhận là giảm tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng và dẫn đến sự phát triển bất thường của bóng bơi [18]. Các acid béo họ n-3 được cho là có một mức chưa bão hòa lớn. Đây là điều cần cho tính nhu động, tính co giãn và tính thấm lớn hơn của màng tế bào và các bào quan ở nhiệt độ thấp.



Hình 2. Ảnh hưởng của n-3 HUFA thức ăn đến sinh trưởng và chuyển hóa thức ăn của tôm hùm.

Trong thực tế, người ta cho rằng nhu cầu của cá và giáp xác về acid béo họ n-3 cao hơn họ n-6, chủ yếu do nhiệt độ nước của môi trường sống của chúng thấp (so với động vật có vú). Nhiệt độ nước càng thấp, sự kết hợp của n-3 HUFA trong các mô càng lớn [26]. Tôm hùm bông là loài sống ở vùng biển có độ sâu 1-8 m cho đến những vùng có độ sâu đến 50 m [11]. Do vậy, n-3 HUFA rất cần cho sinh trưởng và phát triển của chúng. Nhu cầu n-3 HUFA trong thức ăn thay đổi theo loài và kích cỡ cá, giáp xác. Chẳng hạn, nhu cầu n-3 HUFA trong thức ăn của các loại cá biển đang được nuôi nằm trong khoảng 0,5 – 2,5% [29]. Phát hiện của chúng tôi cho thấy nhu cầu n-3 HUFA trong thức ăn của tôm hùm bông giai đoạn từ ngay sau Puerulus đến cỡ 10 g là 1,9%, cao hơn so với kết quả thu được của Hoàng Thị Thanh (2005) là 1,8% khi thí nghiệm trên cùng loài nhưng ở kích cỡ ban đầu là $21,9 \pm 1,2$ g/con [2].

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận: Hàm lượng lipid và n-3 HUFA tối ưu trong thức ăn cho tôm hùm bông giai đoạn từ puerulus (ngay sau P2) đến cỡ 10 g/con lần lượt là 90 g kg^{-1} và 19 g kg^{-1} (hay 9% và 1,9% chất khô).
2. Kiến nghị: Cần nghiên cứu sự biến đổi thành phần lipid của tôm hùm theo các giai đoạn phát triển để góp phần hoàn thiện thức ăn tổng hợp cho ương, nuôi tôm hùm.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn các đồng nghiệp tại Viện Nghiên cứu nuôi trồng thủy sản III thuộc Đề tài “Nghiên cứu sản xuất thức ăn công nghiệp ương nuôi tôm hùm (*Panulirus ornatus*) giai đoạn ấu trùng puerulus đến con giống 20 g/con” và các kỹ sư Trần Bảo Chân, Trần Vũ Hào đã hỗ trợ thí nghiệm này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Lại Văn Hùng, 2014. Hoàn thiện công nghệ sản xuất thức ăn công nghiệp nuôi tôm hùm bông (*Panulirus ornatus*) và tôm hùm xanh (*Panulirus homarus*). Mã số: KC.06.DA05/11-15. Báo cáo tổng kết Dự án.
2. Hoàng Thị Thanh, 2005. Nghiên cứu nhu cầu n-3HUFA của tôm hùm bông (*Panulirus ornatus*) giai đoạn giống. Luận văn cao học, Trường Đại học Thủy sản.

Tiếng Anh

3. Benson, A., Lee, R.F., 1972. Wax esters: major marine metabolic energy sources. *Biochem. J.* 128, 10P.
4. Conlan, J. A., Jones, P. L., Turchini, G. M., Hall, M. R., Francis, D. S., 2014. Changes in the nutritional composition of captive early-mid stage *Panulirus ornatus* phyllosoma over ecdysis and larval development. *Aquaculture* 434 (2014) 159–170.
5. Cho, C.Y., Slinger, S.J. and Bayley, M.S., 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity, *Com. Biochem. Physiol.* 73B, pp 25-41.
6. Cuzon, G. Guillaume, J., 1997. Energy and protein: energy ratio. In: *Crustacean Nutrition* (D’Abramo, L.R., Conklin, D.E. & Akaiyama, D.M. eds), pp. 51–70. World Aquaculture Society, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA.
7. De Silva S.S. and Anderson, T.A., 1995. *Fish nutrition in aquaculture*. Chapman and Hall, 91p.
8. Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Bio. Chem.* 226, pp 497-509.
9. Francis, D.S., Salmon, M.L., Kenway, M.J., Hall, M.R., 2014. Palinurid lobster aquaculture: nutritional progress and considerations for successful larval rearing. *Rev. Aquac.* <http://dx.doi.org/10.1111/raq.12040>.
10. Gisbert, E., Villeneuve, L., Zambonino-Infante, J.L., Quazuguel, P., Cahu, C.L., 2005. Dietary phospholipids are more efficient than neutral lipids for long-chain polyunsaturated fatty acid supply in European sea bass *Dicentrarchus labrax* larval development. *Lipids* 40, 609–618.
11. Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., & Métailler, R., 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*, Praxis Publishing, Chichester, UK.
12. Holthuis, L.B., 1991. *FAO species catalogue*. Vol. 13 Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 13. Rome, FAO, 292 p.
13. Irvin, S., Williams, K., Barclay, M., Tabrett, S., 2010. Do formulated feeds for juvenile *Panulirus ornatus* lobsters require dietary cholesterol supplementation? *Aquaculture* 307, 241–246.
14. Jeffs, A.G., Nichols, P.D., Bruce, M.P., 2001. Lipid reserves used by pueruli of the spiny lobster *Jasus edwardsii* in crossing the continental shelf of New Zealand. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 129, 305–311.
15. Jeffs, A.G., Peter D. N., 2009. Lipid, fatty acid and protein content of late larval to early juvenile stages of the western rock lobster, *Panulirus cygnus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 152 (2009) 292–298.
16. Jeffs, A.G., Phleger, C.F., Nelson, M.M., Mooney, B.D., Nichols, P.D., 2002. Marked depletion of polar lipid and non-essential fatty acids following settlement by postlarvae of the spiny lobster *Jasus verreauxi*. *Comp. Biochem. Physiol. A* 131, 305–311.
17. Jeffs, A.G., Willmott, M.E., Wells, R.M.G., 1999. The use of energy stores in the puerulus of the spiny lobster *Jasus edwardsii* across the continental shelf of New Zealand. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 123, 351–357.
18. Koven, M.W., Tandler, A., Kissil, G.W., Sklan, D., Frieslander, O. and Harel, M., 1990. The effect of dietary n-3 poly-unsaturated fatty acid on growth, survival and swim bladder development in *sparus aurata* larvae, *Aquaculture* 91, pp 131-141.
19. Paibulkichakul, C., Piyatiratitivorakul, S., Kittakoop, P., Viyakarn, V., Fast, A.W., Menasveta, P., 1998.

- Optimal dietary levels of lecithin and cholesterol for black tiger prawn *Penaeus monodon* larvae and postlarvae. *Aquaculture* 167, 273–281.
20. Phleger, C.F., Nelson, M.M., Mooney, B.D., Nichols, P.D., Ritar, A.J., Smith, G.G., Hart, P.R., Jeffs, A.G., 2001. Lipids and nutrition of the southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, from hatch to puerulus. *Mar. Freshw. Res.* 52, 1475–1486.
21. Ritar, A.J., Dunstan, G.A., Crear, B.J., Brown, M.R., 2003. Biochemical composition during growth and starvation of early larval stages of cultured spiny lobster (*Jasus edwardsii*) phyllosoma. *Comp. Biochem. Physiol.* 136, 353–370.
22. Salze, G., Tocher, D.R., Roy, W.J., Robertson, D.A., 2005. Egg quality determinants in cod (*Gadus morhua* L.): egg performance and lipids in eggs from farmed and wild broodstock. *Aquac. Res.* 36, 1488–1499.
23. Smith, D.M., K.C. Williams, S. Irvin, M. Barclay & S. Tabrett, 2003. Development of a pelleted feed for juvenile tropical spiny lobster (*Panulirus ornatus*): response to dietary protein and lipid. *Aquaculture Nutrition* 2003 (9); 231-237.
24. Smith, D.M., Tabrett, S.J., Barclay, M.C., 2001. Cholesterol requirement of subadult black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquac. Res.* 32, 399–405.
25. Smith, G.G., Ritar, A.J., Johnston, D., Dunstan, G.A., 2004. Influence of diet on broodstock lipid and fatty acid composition and larval competency in the spiny lobster, *Jasus edwardsii*. *Aquaculture* 233, 451–475.
26. Tacon, A.G.J., 1990. *Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp*, Argent Laboratories Press, Redmond, Washington U.S.A.
27. Teshima, S., 1997. Phospholipids and sterols. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), *Crustacean Nutrition*. World Aquaculture Society, Baton Rouge.
28. Tocher, D.R., Bendiksen, E.Å., Campbell, P.J., Bell, J.G., 2008. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. *Aquaculture* 280, 21–34.
29. Tuan, L.A., 2015. A review of feeding practices and nutritional requirements of Post-larval spiny lobster. The proceedings of the 7th Regional Aquafeed Forum held in Can Tho, Oct 22-23, 2015.
30. Webster, C.D., Goodgame-Tiu, L.S., Tidwell, J.H., 1995. Total replacement fish meal by soybean meal, with various percentages of supplemental L-methionine, in fish diets for blue catfish, *Ictalurus furcatus* (Leseur), *Aquacult. Res.* 26, pp 299-306.
31. Williams, K.C., Smith, D.M., Crear, B., Glencross, B. & Evans, L., 2000. Feed development for rock lobster aquaculture (Project 98/303). In: Final Report to Fisheries Research and Development Corporation (Williams, K.C. ed.), pp. 9–77. Fisheries Research and Development Corporation, Canberra, Australia.
32. Wu, X., Smith, G., Hall, M., 2012. Patterns of larval growth, lipid composition and fatty acid deposition during early to mid stages of development in *Panulirus ornatus* phyllosoma. *Aquaculture* 330–333, 63–73.