

KHẢO SÁT CHẤT LƯỢNG MỘT SỐ LOẠI NGUYÊN LIỆU DÙNG TRONG SẢN XUẤT THỨC ĂN THỦY SẢN

Nguyễn Quốc Cường^{1*}, Phạm Duy Hải¹,
Lê Hoàng¹, Lý Hữu Toàn¹, Võ Thị My My¹, Lê Trần Hoài Khanh², Nguyễn Văn Nguyễn¹

¹*Trung tâm Nghiên cứu Dinh dưỡng và Công nghệ thức ăn Thủy sản,
Viện Khoa học Thủy sản Việt Nam*

²*Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh*

*Tác giả liên hệ: quoccuong3389@gmail.com

Ngày nhận bài: 08.10.2025

Ngày chấp nhận đăng: 02.07.2026

TÓM TẮT

Chất lượng của một số nguyên liệu thức ăn thủy sản được đánh giá trong nghiên cứu này, trong đó tập trung vào thành phần hóa học và chỉ số an toàn vệ sinh thực phẩm. Tổng số 67 mẫu nguyên liệu từ các nhà máy thức ăn và nhà cung cấp đã được phân tích hóa sinh và vi sinh theo các phương pháp TCVN, thành phần các axit amin theo HPLC và axit béo theo GC. Kết quả cho thấy bột cá là nguồn cung cấp giàu protein, trong đó bột cá Peru và Chile có hàm lượng protein cao (> 65%), các loại bột cá Việt Nam có hàm lượng thấp hơn (< 62%), bột cá tra có hàm lượng protein từ 56-62% và lipid 8-10%. Bột xương thịt có hàm lượng protein (46-51%) và tro (30-37%) cao, tuy nhiên thành phần axit amin thiết yếu thấp hơn so với bột cá. Bã nành có hàm lượng protein khoảng 45-46% và lipid thấp (< 3,5%). Dầu cá biển giàu các axit béo thiết yếu như HUFA, trong khi dầu nành là nguồn chứa các axit béo giá trị như linolenic axit và alpha-linolenic axit. Nguồn cung cấp tinh bột như bột mì, cám gạo và ngô, có hàm lượng carbohydrate khoảng 45-86%. Ngoài ra, kết quả kiểm tra mức an toàn của các mẫu nguyên liệu thức ăn cho thấy không có độc tố nấm mốc hoặc kim loại nặng vượt mức cho phép.

Từ khóa: Nguyên liệu, thức ăn, chất lượng, mức an toàn, thủy sản.

Evaluation of Quality of Feed Ingredients used in Aquafeed Production

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the quality of feed ingredients, focusing on chemical composition and safety limits. In this study, 67 samples of various feed ingredients from different feed mills and local brokers were collected to evaluate the quality. Biochemical and microbiological parameters were analyzed according to Vietnam National Standard methods, while amino acids and fatty acids were analyzed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) and Gas Chromatography (GC), respectively. The results showed that fishmeal was a rich source of protein. Peruvian and Chilean fish meals contained higher than 65% protein, whereas local fish meals contained less than 62%. Tra catfish byproduct meal comprised 56-62% protein and 8-10% lipid. Meat and bone meal exhibited high protein content (46 to 51%) and ash content (30 to 37%), but an imbalanced amino acid composition in comparison to fishmeal. The protein content of soybean meal ranged from 45% to 46%, while the lipid content was low (<3.5%). Marine fish oil contained essential fatty acids, including highly unsaturated fatty acids (HUFA), while soybean oil provides valuable fatty acids, such as linolenic acid and alpha-linolenic acid. Starch sources, including rice bran, cassava, and wheat flour, were characterized by high carbohydrate content (45-86%). Furthermore, the results for ingredient safety limits showed that neither mycotoxins nor heavy metals exceeded their permissible limits.

Keywords: Ingredients, feed, quality, safety limits, aquaculture.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nguyên liệu đóng vai trò quan trọng trong sản xuất thức ăn thủy sản. Năm 2024, gần 22,4

triệu tấn nguyên liệu thức ăn đã được nhập khẩu với tổng giá trị 7,7 tỷ USD, chủ yếu bao gồm: ngô hạt, bã nành và các loại cám khác,... (Hội Chăn nuôi Việt Nam, 2025).

Chất lượng nguyên liệu ảnh hưởng đến tính an toàn, chỉ phí thức ăn, hiệu quả nuôi và sự phát triển bền vững của ngành nuôi trồng thủy sản.

Một số nghiên cứu thay thế bột cá trong khẩu phần thức ăn thủy sản đã được thực hiện như sử dụng bột phụ phẩm cá tra (Nguyễn Văn Nguyễn & cs., 2016); bột xương thịt (Abdul & cs., 2011), hay bã nành (O'Keefe & cs., 2017). Nguyên liệu protein có ý nghĩa quan trọng trong sản xuất thức ăn cho một số đối tượng thủy sản ăn thịt, đặc biệt với cá mú lai (♀ *Epinephelus fuscoguttatus* × ♂ *E. lanceolatus*), là loài cá biển nuôi có giá trị kinh tế cao.

Bên cạnh nguồn cung cấp protein, các nguyên liệu cung cấp lipid như dầu cá, dầu nành đóng vai trò chính yếu trong cung cấp dinh dưỡng, năng lượng, ảnh hưởng đến tăng trưởng, tỷ lệ sống, khả năng sinh sản, miễn dịch, chống chịu stress và chất lượng thịt (Dadras & cs., 2024; Glencross & cs., 2025).

Ngoài ra, bột lúa mì, bột khoai mì hay cám gạo được xem là nguồn cung cấp năng lượng cho thủy sản, giúp tăng hiệu quả sử dụng protein, lipid trong thức ăn. Ngoài ra, tinh bột đóng vai trò quan trọng liên quan đến độ bền và giảm tỷ lệ vụn nát của thức ăn.

Nghiên cứu này nhằm đánh giá thực trạng các nguồn nguyên liệu thức ăn thủy sản, chất lượng nguyên liệu thức ăn được đánh giá thông qua thành phần hóa học và mức an toàn vệ sinh thực phẩm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Tổng số có 67 mẫu nguyên liệu thức ăn được thu nhận tại 6 nhà máy và 4 nhà phân phối (Bảng 1) ở 4 tỉnh, thành phố (Hồ Chí Minh, Vĩnh Long, An Giang và Tây Ninh) từ 10/12 đến 12/12/2024. Mẫu được thu theo TCVN 4325:2007. Tiến hành phân tích tại Phòng thí nghiệm của Trung tâm Nghiên cứu Dinh dưỡng và Công nghệ thức ăn Thủy sản (APOTEC).

2.2. Phương pháp phân tích

- Chỉ tiêu hóa sinh: độ ẩm (TCVN

4326:2001), protein (TCVN 4328-1:2007), lipid (TCVN 4331:2001), xơ (TCVN 4329:2007), tro (TCVN 4327:2007), phospho (TCVN 1525-2001), canxi (TCVN 1537-2007).

- Dẫn xuất phi nitơ NFE: 100% - (% ẩm + % protein + % lipid + % tro + % xơ); Axit amin theo phương pháp HPLC.

- Axit béo: các axit béo được trích ly theo Folch & cs. (1957), và phân tích theo phương pháp sắc ký khí GC (AOAC 996.06).

- Kim loại nặng: Chì (Pb) và Cadimi (Cd) theo TCVN 8126:2009; Thủy ngân (Hg) và Asen tổng (As) theo BS EN 16277:2012 và AOAC 986.15.

- Độc tố nấm mốc: Aflatoxin B (AF) (TCVN 9126:2011), Deoxynivalenol (DON) và Zearalenone (ZON) theo phương pháp ELISA (Biscoto & cs., 2022).

- Chỉ tiêu vi sinh: *Salmonella* spp. (TCVN 10780-1:2017), *Escherichia coli* (TCVN 7924-2:2008) và tổng nấm mốc (TCVN 8275-1:2010).

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn bằng phần mềm SPSS 22.0.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Nguyên liệu cung cấp protein

3.1.1. Thành phần hóa học

Số liệu từ bảng 2 cho thấy các có khác biệt về hàm lượng dinh dưỡng và tính đặc trưng của từng loại nguyên liệu. Bột cá Peru và Chile (FM) có hàm lượng protein cao nhất, dao động từ 65-66%, trong khi bột cá Việt Nam (FMVN) có hàm lượng protein từ 60-62%. Bột phụ phẩm cá tra (CBP) có hàm lượng protein tương đối cao (56-62%) và lipid từ 8-10%. Tuy vậy, so với bột cá biển, bột phụ phẩm cá tra có hàm lượng tro cao hơn đáng kể, dao động từ 21-27%.

Hàm lượng protein của bột phụ phẩm gia cầm (PBP) cao hơn bột xương thịt (MBM) (63-65% so với 47-51%), trong khi có hàm lượng tro thấp hơn (15-17% so với 30-37%). Hàm lượng xơ và tro trong MBM khá cao (3,5-4,8% và 30-32%). Đặc biệt, bột huyết (BM) có hàm lượng

protein cao (87-89%), trong khi hàm lượng lipid và xơ lại khá thấp. Trong khi đó, dịch cá thủy phân (FSE) có hàm lượng dinh dưỡng giá trị với protein (30-38%), lipid (6-13%) và rất ít xơ (< 0,65%).

Bảng 1. Một số nguyên liệu trong sản xuất thức ăn thủy sản

Nguồn nguyên liệu	Nguyên liệu	Số lượng mẫu
Protein	Bột cá (FM)	7
	Bột phụ phẩm cá tra(CBP)	9
	Bã nành (SBM)	6
	Bột xương thịt (MBM)	4
	Bột phụ phẩm gia cầm (PBP)	3
	Bột huyết (BM)	2
	Bột nội tạng mực (SVM)	2
	Bột gluten lúa mì (WG)	2
	Bột gluten ngô (CGM)	2
	Khô cải dầu (RSM)	3
	Bã ngô sấy khô (DDGS)	2
Carbohydrate	Bột lúa mì (WF)	5
	Tinh bột ngô (MS)	2
	Bột khoai mì (CSV)	3
	Cám gạo (RB)	3
Dầu	Dầu cá mòi (FO-1)	1
	Dầu phụ phẩm cá hồi (FO-2, FO-3)	2
	Dầu nành (SBO)	3
	Dầu phụ phẩm cá ngừ (FO-4, FO-5)	2
Phụ gia thức ăn	Dịch cá thủy phân (FSE)	2
	Dịch mực thủy phân (SSH)	1
	Dịch tôm thủy phân (SSE)	1
Tổng		67



Bột cá



Bột phụ phẩm cá tra



Tinh bột ngô

Hình 1. Một số loại nguyên liệu thức ăn

Khảo sát chất lượng một số loại nguyên liệu dùng trong sản xuất thức ăn thủy sản

Bảng 2. Thành phần dinh dưỡng của nguyên liệu cung cấp protein

Ký hiệu	Loại nguyên liệu	Thành phần dinh dưỡng (%)						
		Độ ẩm	Protein	Lipid	Xơ	Tro	Phospho	Canxi
Bột cá và bột phụ phẩm cá								
FM1-2	Bột cá, Peru	9,01 ± 0,22	65,79 ± 0,51	8,90 ± 0,40	-	15,96 ± 0,27	2,29 ± 0,11	3,31 ± 0,08
FM3	Bột cá, Chile	9,32 ± 0,03	65,07 ± 0,30	9,19 ± 0,14	-	16,43 ± 0,02	2,83 ± 0,03	3,33 ± 0,08
FM4-7	Bột cá, VN	8,52 ± 0,74	60,68 ± 0,92	8,70 ± 1,06	-	22,0 ± 1,26	3,57 ± 1,27	5,41 ± 2,19
CBP1	Bột phụ phẩm cá Tra	8,07 ± 0,03	62,43 ± 0,11	8,64 ± 0,08	-	21,29 ± 0,05	3,38 ± 0,01	7,52 ± 0,20
CBP8		6,88 ± 0,02	56,37 ± 0,30	9,9 ± 0,10	-	27,04 ± 0,03	3,95 ± 0,04	9,13 ± 0,09
CBP1-9		7,66 ± 0,64	59,79 ± 1,95	9,78 ± 0,54	-	23,28 ± 1,74	3,69 ± 0,29	8,14 ± 0,64
Bột phụ phẩm động vật								
PBP1-3	Bột phụ phẩm gia cầm	7,88 ± 0,70	64,33 ± 1,50	11,41 ± 1,03	1,87 ± 1,01	16,2 ± 1,29	2,61 ± 0,57	5,27 ± 0,99
MBM1-4	Bột xương thịt	6,65 ± 0,60	49,6 ± 2,05	10,46 ± 0,91	4,47 ± 0,96	32,48 ± 3,43	5,09 ± 0,25	10,87 ± 1,06
MBM3		6,66 ± 0,01	51,29 ± 0,38	11,5 ± 0,04	3,99 ± 0,10	29,88 ± 0,26	5,15 ± 0,01	11,20 ± 0,13
MBM4		5,84 ± 0,02	46,75 ± 0,18	9,53 ± 0,09	5,66 ± 0,26	37,52 ± 0,03	5,35 ± 0,04	12,16 ± 0,11
BM1-2	Bột huyết	6,81 ± 2,67	87,68 ± 1,46	1,16 ± 0,50	0,79 ± 0,75	3,78 ± 0,35	0,38 ± 0,11	0,41 ± 0,33
Phụ gia thức ăn								
SVM1-2	Bột nội tạng mực	7,15 ± 0,44	46,26 ± 0,69	13,42 ± 1,22	4,65 ± 0,25	8,60 ± 0,02	0,73 ± 0,08	2,61 ± 0,19
FSE1-2	Dịch cá thủy phân	48,0 ± 7,48	34,0 ± 5,46	9,49 ± 4,48	0,62 ± 0,05	7,50 ± 6,60	0,57 ± 0,26	0,24 ± 0,15
SSH	Dịch mực thủy phân	82,38 ± 0,21	11,75 ± 0,07	1,13 ± 0,05	0,62 ± 0,15	3,72 ± 0,04	0,84 ± 0,00	0,18 ± 0,00
SSE	Dịch tôm thủy phân	66,47 ± 0,01	22,53 ± 0,28	2,58 ± 0,38	1,68 ± 0,01	6,22 ± 0,08	0,38 ± 0,02	0,53 ± 0,11
Bột phụ phẩm bã dầu								
SBM1	Bã nành	10,63 ± 0,02	46,29 ± 0,10	3,45 ± 0,09	4,64 ± 0,06	6,26 ± 0,02	0,72 ± 0,01	0,31 ± 0,11
SBM6		10,02 ± 0,03	45,37 ± 0,39	3,33 ± 0,09	7,16 ± 0,05	5,92 ± 0,02	0,57 ± 0,01	0,29 ± 0,00
SBM1-6		10,59 ± 0,89	45,88 ± 0,5	3,07 ± 0,29	5,38 ± 1,41	6,55 ± 0,55	0,67 ± 0,06	0,35 ± 0,04
RSM1-3	Bột bã cải dầu	10,2 ± 0,30	37,43 ± 1,10	1,58 ± 0,60	10,96 ± 1,39	9,03 ± 1,49	1,10 ± 0,17	1,23 ± 0,09
Bột phụ phẩm ngũ cốc								
DDGS1-2	Bã ngô sấy khô	10,88 ± 0,68	27,96 ± 0,39	9,97 ± 0,28	9,06 ± 0,30	6,00 ± 0,24	1,09 ± 0,08	0,58 ± 0,33
CGM1-2	Gluten ngô	8,28 ± 1,19	59,07 ± 2,52	2,98 ± 1,71	2,24 ± 1,00	3,27 ± 0,34	0,51 ± 0,09	0,14 ± 0,1
WG1-2	Gluten lúa mì	7,35 ± 0,59	77,0 ± 1,77	4,88 ± 0,30	1,21 ± 0,10	0,72 ± 0,06	0,15 ± 0,01	0,07 ± 0,02

Ghi chú: Số liệu được thể hiện bằng giá trị trung bình ($n = 3$) ± SD; (-): Không phát hiện.

Bảng 3. Hàm lượng kim loại nặng và vi sinh trong nguyên liệu cung cấp protein

Ký hiệu	Loại nguyên liệu	Kim loại nặng (mg/kg)				Vi sinh		
		As	Cd	Pb	Hg	Salmonela (Sal/25g)	E. coli (CFU/g)	Tổng nấm mốc (CFU/g)
Bột cá và bột phụ phẩm cá								
FM1-2	Bột cá, Peru	3,73 ± 0,82	0,29 ± 0,04	1,21 ± 0,09	0,03 ± 0,02	-	-	-
FM3	Bột cá, Chile	3,81 ± 0,14	0,30 ± 0,03	1,37 ± 0,05	0,03 ± 0,08	-	-	-
FM4-7	Bột cá, Việt Nam	4,42 ± 0,32	0,27 ± 0,11	1,90 ± 0,95	0,02 ± 0,01	-	-	-
CBP1-9	Bột phụ phẩm cá tra	1,63 ± 0,43	0,16 ± 0,09	1,58 ± 0,49	0,03 ± 0,01	-	-	-
Bột phụ phẩm động vật								
PBP1-3	Bột phụ phẩm gia cầm	-	0,80 ± 0,08	3,46 ± 0,30	-	-	-	-
MBM1-4	Bột xương thịt	-	0,92 ± 0,12	5,88 ± 0,46	0,03 ± 0,01	-	-	-
BM1-2	Bột huyết	-	0,86 ± 0,06	1,39 ± 0,45	-	-	-	-
Phụ gia thức ăn								
SVM1-2	Bột nội tạng mực	1,21 ± 0,03	1,65 ± 0,10	1,59 ± 0,18	-	-	-	-
Bột phụ phẩm bã dầu								
SBM1-6	Bã nành	-	0,50 ± 0,16	0,73 ± 0,24	-	-	-	-
RSM1-3	Bột bã cải dầu	-	-	0,22 ± 0,38	-	-	-	-
Bột phụ phẩm ngũ cốc								
DDGS1-2	Bã ngô sấy khô	-	0,15 ± 0,05	0,44 ± 0,16	-	-	-	-
CGM1-2	Gluten ngô	-	-	-	-	-	-	-
WG1-2	Gluten lúa mì	-	-	-	-	-	-	-

Ghi chú: Số liệu được thể hiện bằng giá trị trung bình ($n = 3$) ± SD; (-): Không phát hiện; As: Asen (không phát hiện với LOD = 0,02); Cd: Cadimi (không phát hiện với LOD = 0,02); Pb: Chì (không phát hiện với LOD = 0,005); Hg: Thủy ngân (không phát hiện với LOD = 0,005).

Bảng 4. Thành phần axit amin (% chất khô) trong một số loại nguyên liệu thức ăn

Axit amin	FM	FMVN	MBM	SBM	DDGS
Arginine	4,67 ± 0,24	4,04 ± 0,16	3,82 ± 0,11	2,92 ± 0,15	1,14 ± 0,08
Histidine	1,94 ± 0,13	1,97 ± 0,07	0,94 ± 0,16	1,01 ± 0,04	0,68 ± 0,06
Isoleucine	2,95 ± 0,10	2,77 ± 0,12	1,42 ± 0,04	1,54 ± 0,16	1,01 ± 0,07
Leucine	5,04 ± 0,09	5,17 ± 0,30	2,93 ± 0,10	3,05 ± 0,10	2,47 ± 0,08
Lysine	5,18 ± 0,22	4,60 ± 0,19	2,58 ± 0,09	2,60 ± 0,09	0,68 ± 0,04
Methionine	2,34 ± 0,16	1,89 ± 0,18	0,71 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,60 ± 0,05
Phenylalanine	3,64 ± 0,48	2,99 ± 0,10	1,62 ± 0,05	1,86 ± 0,02	1,29 ± 0,35
Threonine	2,84 ± 0,18	2,68 ± 0,23	1,62 ± 0,04	1,70 ± 0,06	0,95 ± 0,16
Valine	4,38 ± 0,41	3,58 ± 0,20	2,01 ± 0,08	1,68 ± 0,14	1,31 ± 0,11
Alanine	4,05 ± 0,17	3,92 ± 0,20	3,77 ± 0,12	1,92 ± 0,05	2,12 ± 0,13
Aspartic acid	5,57 ± 0,45	5,11 ± 0,12	3,74 ± 0,11	5,17 ± 0,19	1,98 ± 0,05
Cystine	0,65 ± 0,05	0,60 ± 0,09	0,34 ± 0,03	0,48 ± 0,03	0,49 ± 0,04
Glutamic acid	7,79 ± 0,29	6,73 ± 0,24	6,43 ± 0,15	8,98 ± 0,12	4,49 ± 0,21
Glycine	4,53 ± 0,37	4,81 ± 0,22	6,99 ± 0,40	1,79 ± 0,04	1,03 ± 0,02
Serine	2,80 ± 0,18	2,81 ± 0,53	1,94 ± 0,03	2,07 ± 0,08	1,32 ± 0,05
Proline	2,18 ± 0,21	2,02 ± 0,11	1,14 ± 0,06	2,27 ± 0,13	2,76 ± 0,08
Tyrosine	2,05 ± 0,15	1,95 ± 0,21	4,72 ± 0,17	1,35 ± 0,03	1,18 ± 0,04
Total A.A	62,61 ± 1,03	57,63 ± 0,47	46,70 ± 0,85	40,91 ± 0,14	25,44 ± 0,87
EAA	32,98 ± 0,73	29,68 ± 0,40	17,64 ± 0,41	16,88 ± 0,51	10,11 ± 0,98
NEAA	29,63 ± 0,45	27,94 ± 0,71	29,07 ± 0,58	24,03 ± 0,63	15,33 ± 0,11

Đối với các nguyên liệu thực vật, bã nành (SBM) có hàm lượng protein cao (45-47%) và lipid thấp (< 3,5%), xơ dao động từ 3-7% và tro từ 6-7%. Khô cải dầu (RSM) là nguồn protein giá trị có hàm lượng protein khoảng 37%, trong khi lipid thấp (1-2%) và xơ cao (10-12%). Bột gluten ngô (CGM) và gluten lúa mì (WG) đều chứa hàm lượng protein cao (59% và 77%), lipid dao động từ 1,8-5,1%, và có hàm lượng xơ và tro thấp. Ngược lại, bã ngô sấy khô (DDGS) có hàm lượng protein khoảng 27-28%, lipid khoảng 9%), trong khi hàm lượng xơ và tro tương đối cao, lần lượt khoảng 9% và 6%.

Các chỉ tiêu an toàn (Bảng 3), đặc biệt là kim loại nặng, phản ánh đặc trưng của từng loại nguyên liệu. Bột cá có hàm lượng As tổng khá cao, dao động khoảng 3-4,75 mg/kg; bột phụ phẩm cá tra từ 1,1-2,19 mg/kg; và bột nội tạng mực khoảng 1,19-1,23 mg/kg. Đối với bột phụ phẩm gia cầm và bột xương thịt, hàm lượng Pb và Cd ở mức cao hơn so với các loại nguyên

liệu khác, lần lượt dao động trong khoảng 3,2-6,4 mg/kg và 0,8-1,1 mg/kg. Kết quả phân tích *Salmonella* spp., *Escherichia coli* và tổng nấm mốc đều không phát hiện trong mẫu khảo sát.

3.1.2. Thành phần axit amin

Hàm lượng axit amin thiết yếu (EAA, essential amino acids) có trong hai nguồn bột cá nhập khẩu (Peru và Chile) và bột cá Việt Nam (FMVN) lần lượt là 32,98 và 29,68%, chiếm trên 50% tổng axit amin. Trong khi đó, MBM có hàm lượng protein khoảng 50%, nhưng tỷ lệ EAA chỉ chiếm khoảng 38% tổng axit amin, thấp hơn đáng kể so với bột cá (Bảng 4).

Đối với nguyên liệu thực vật, SBM có hàm lượng protein cao gấp 2 lần so với DDGS. Trong đó, hàm lượng EAA của SBM và DDGS lần lượt là 17% và 10%. Tuy nhiên, tỷ lệ EAA so với tổng axit amin, SBM và DDGS tương đương nhau (khoảng 40%), cao hơn bột xương thịt (MBM).

Bảng 5. Thành phần axit béo chính trong các nguyên liệu dầu (g/100g mẫu)

	Axit béo	FO-1	FO-2	FO-3	FO-4	FO-5	SBO 1-3
C16:0	Palmitic acid	20,55 ± 0,04	11,15 ± 0,09	10,82 ± 0,12	21,68 ± 0,11	21,88 ± 0,1	10,48 ± 0,39
C18:0	Stearic acid	2,58 ± 0,06	3,60 ± 0,04	3,40 ± 0,04	7,75 ± 0,1	6,70 ± 0,16	4,03 ± 0,11
SFA	-	34,32 ± 0,11	17,61 ± 0,04	18,35 ± 0,17	37,17 ± 0,23	36,44 ± 0,26	15,39 ± 0,50
C18:1n9c	Oleic acid (OA)	11,54 ± 0,23	38,10 ± 0,12	41,54 ± 0,28	16,95 ± 0,14	17,20 ± 0,02	23,14 ± 0,43
MUFA	-	22,90 ± 0,17	44,70 ± 0,22	49,24 ± 0,46	25,71 ± 0,15	26,59 ± 0,14	24,57 ± 0,53
C18:2n6c	Linoleic acid (LA)	4,24 ± 0,07	19,10 ± 0,08	17,07 ± 0,4	4,79 ± 0,1	4,38 ± 0,02	53,29 ± 0,48
C18:3n3	α-Linolenic acid (ALA)	1,31 ± 0,02	0,50 ± 0,05	2,94 ± 0,05	1,63 ± 0,06	1,35 ± 0,03	6,12 ± 0,26
C20:4n6	Arachidonic acid (ARA)	0,83 ± 0,02	0,50 ± 0,05	1,10 ± 0,04	1,88 ± 0,06	0,10 ± 0,01	-
C20:5n3	Eicosapentaenoic acid (EPA)	17,93 ± 0,05	2,80 ± 0,03	2,94 ± 0,13	0,27 ± 0,00	6,23 ± 0,09	-
C22:6n3	Docosahexaenoic acid (DHA)	9,27 ± 0,02	3,80 ± 0,02	3,30 ± 0,35	13,20 ± 0,02	12,87 ± 0,02	-
PUFA	-	35,66 ± 0,06	28,70 ± 0,16	27,35 ± 0,57	24,12 ± 0,23	24,93 ± 0,08	59,44 ± 0,67
HUFA	-	28,35 ± 0,05	7,50 ± 0,07	7,34 ± 0,45	15,59 ± 0,05	19,20 ± 0,08	-
n-3 HUFA	-	27,52 ± 0,04	7,00 ± 0,04	6,24 ± 0,46	13,71 ± 0,03	19,10 ± 0,09	-
n-3	-	28,83 ± 0,05	7,50 ± 0,04	9,18 ± 0,45	15,34 ± 0,05	20,45 ± 0,08	6,12 ± 0,26
n-6	-	6,83 ± 0,07	21,20 ± 0,12	18,17 ± 0,45	8,78 ± 0,2	4,48 ± 0,02	53,32 ± 0,52
n-3/n-6	-	4,22 ± 0,05	0,35 ± 0,00	0,51 ± 0,03	1,75 ± 0,04	4,56 ± 0,03	0,11 ± 0,00

Ghi chú: (-): không phát hiện; FO-1: Dầu cá mè; FO-2 và FO-3: Dầu phụ phẩm cá hồi; FO-4 và FO-5: Dầu phụ phẩm cá ngừ; SBO 1-3: Dầu nành; SFA: Axit béo bão hòa; MUFA: Axit béo không bão hòa đơn; PUFA: Axit béo không bão hòa đa; HUFA: Axit béo không bão hòa cao; n-3: tổng omega-3; n-6: tổng omega-6.

3.2. Nguyên liệu cung cấp lipid

Số liệu từ bảng 5 cho thấy các axit béo SFA của các loại dầu cá (17-37%) cao hơn so với dầu nành (15-16%). Ngược lại, axit béo PUFA trong dầu cá (24-36%) thấp hơn so với dầu nành (58-60%). Tuy nhiên, dầu cá giàu axit béo thiết yếu như ARA, EPA và DHA, trong khi không phát hiện các axit béo này ở dầu nành. Tương tự, các HUFA và n-3 HUFA chỉ có ở dầu cá, dao động lần lượt từ 7,5-28,35% và 7-27,52%, cao nhất ở dầu cá mè. Dầu nành mặc dù có hàm lượng PUFA rất cao, nhưng chủ yếu là LA (52-54%) và ALA (5,9-6,4%). Bên cạnh đó, axit béo MUFA cao nhất được ghi nhận ở dầu phụ phẩm cá hồi (44-49%) và chứa nhiều OA (38-41%), trong khi dầu cá mè và dầu phụ phẩm cá ngừ có mức MUFA, tương đương với dầu nành (22-27%). Tổng omega-3 (n-3) trong dầu nành thấp (khoảng 6%), dẫn đến tỉ lệ n-3/n-6 chỉ 0,11-0,12, thấp hơn đáng kể so với dầu cá (0,35-4,56).

Trong khi đó, dầu cá có hàm lượng n-3 cao (7,50-28,83%), và cao nhất ở dầu cá mè (28,83%).

3.3. Nguyên liệu cung cấp tinh bột

Kết quả phân tích cho thấy độ ẩm của bột mì và tinh bột ngô lần lượt từ 11,3% và 12,7%, cao hơn so với các nguyên liệu khác. Trong khi cám gạo, cám lúa mì và bột khoai mì có độ ẩm dưới 11% (Bảng 6).

Ngoài ra, bột mì, cám gạo, cám lúa mì và bột khoai mì có hàm lượng dẫn xuất phi nitơ (NFE, nitrogen-free extract) - bao gồm carbohydrate, tinh bột và đường - chiếm tỷ lệ cao. Bột mì có hàm lượng tinh bột cao (> 70%), protein dao động từ 11-13% và lipid từ 1,9-3,3%, trong khi xơ thấp (0,81-1,4%). Bột khoai mì giàu tinh bột (> 76%), trong khi có hàm lượng protein và lipid khá thấp. Đặc biệt, tinh bột ngô có hàm lượng tinh bột cao nhất (> 85%), trong khi hàm lượng protein, lipid, xơ và tro ở mức thấp.

Bảng 6. Thành phần dinh dưỡng của nguyên liệu cung cấp tinh bột

Ký hiệu	Loại nguyên liệu	Thành phần dinh dưỡng (%)					
		Độ ẩm	Protein	Lipid	Xơ	Tro	NFE
WF1-2	Bột mì	11,3 ± 0,81	12,4 ± 0,51	2,61 ± 0,52	1,13 ± 0,24	0,64 ± 0,10	71,9 ± 0,56
RB1	Cám gạo	9,09 ± 0,04	13,81 ± 0,03	13,46 ± 0,05	8,87 ± 0,11	9,44 ± 0,03	45,34 ± 0,03
RB1-3		9,52 ± 0,51	13,4 ± 1,15	11,4 ± 1,79	8,52 ± 0,42	8,41 ± 0,91	48,8 ± 3,01
WB	Cám lúa mì	10,9 ± 0,03	16,8 ± 0,01	5,11 ± 0,02	12,9 ± 0,02	5,09 ± 0,03	49,2 ± 0,01
CSV1-3	Bột khoai mì	10,8 ± 0,02	3,51 ± 0,03	1,50 ± 0,03	4,21 ± 0,08	2,49 ± 0,03	77,5 ± 0,12
MS1	Tinh bột ngô	12,40 ± 0,03	0,68 ± 0,04	0,76 ± 0,01	0,53 ± 0,01	0,13 ± 0,01	85,51 ± 0,01
MS1-2		12,6 ± 0,31	0,70 ± 0,02	0,70 ± 0,09	0,48 ± 0,07	0,10 ± 0,05	85,4 ± 0,13

Ghi chú: Số liệu được thể hiện bằng giá trị trung bình ($n = 3$) ± SD.

Bảng 7. Kim loại nặng và độc tố trong một số nguyên liệu cung cấp tinh bột

Ký hiệu	Loại nguyên liệu	Kim loại nặng (mg/kg)				Độc tố nấm mốc		
		As	Cd	Pb	Hg	AF	DON	ZON
WF1-4	Bột mì	-	-	-	0,02 ± 0,01	-	-	-
RB1-3	Cám gạo	0,68 ± 0,17	-	-	0,43 ± 0,27	-	-	-
WB	Cám lúa mì	0,73 ± 0,19	-	-	0,41 ± 0,05	-	-	-
CSV1-3	Bột khoai mì	0,04 ± 1,92	-	-	0,21 ± 0,07	-	-	-
MS1-2	Tinh bột ngô	0,38 ± 0,04	-	-	0,006 ± 0,00	-	-	-

Ghi chú: Số liệu được thể hiện bằng giá trị trung bình ($n = 3$) ± SD; (-): Không phát hiện; As: Asen (không phát hiện với LOD = 0,02); AF: Aflatoxins; Cd: Cadimi (không phát hiện với LOD = 0,02); DON: Deoxynivalenol; Pb: Chì (không phát hiện với LOD = 0,005); ZON: Zearalenone; Hg: Thủy ngân (không phát hiện với LOD = 0,005).

Số liệu ở bảng 7 cho thấy không phát hiện Pb và Cd trong các nguyên liệu. Hàm lượng As tổng và Hg trong cám gạo và cám lúa mì dao động lần lượt từ 0,55-0,73 mg/kg và 0,12-0,64 mg/kg. Ngoài ra, không phát hiện độc tố nấm mốc ở tất cả các mẫu phân tích.

4. THẢO LUẬN

Bột cá biển có hàm lượng protein dao động ở mức 58-63%, hàm lượng lipid khoảng 9% (Sauvant & cs., 2004). Đối với bột phụ phẩm cá tra, thành phần dinh dưỡng có thể thay đổi phụ thuộc vào việc lựa chọn phụ phẩm để chế biến (Nguyễn Văn Nguyễn & cs., 2016). Với bột phụ phẩm đầu và xương thì hàm lượng protein khoảng 37%, lipid 12-16% và tro là 17-34%. Với bột phụ phẩm từ thịt vụn thì hàm lượng protein khoảng 45-62%, lipid 18-32% và tro là 3,5-12%. Bột cá tra là nguồn cung cấp protein giá trị, tuy nhiên có hàm lượng tro cao và cần cân đối dinh dưỡng trong sản xuất thức ăn thủy sản.

Bên cạnh đó, MBM giàu protein 60-61% và lipid 6% (Abdul & cs., 2011), canxi 10-11% và photpho 4,9-5,1% (Sauvant & cs., 2004). Tuy nhiên, có hàm lượng tro và tỷ lệ Ca/P khá cao có thể làm giảm khả năng hấp thu Ca, P đối với tôm (Trần Thị Thanh Hiền, 2004). Ngoài ra, MBM có hàm lượng methionine (0,44-1,54%), cystine (0,14-0,78%) và lysine (1,73-4,28%) khá thấp (Hendriks & cs., 2002). Vì vậy, khả năng thay thế FM bằng MBM chỉ trong khoảng 10-45% (Trần Thị Thanh Hiền & cs., 2015). Bột huyết có hàm lượng protein cao (> 80%) và lipid thấp (< 1%) (Sauvant & cs., 2004). Tuy nhiên, có thành phần axit amin không cân đối và độ tiêu hóa thấp hơn so với MBM và FM (Hussain & cs., 2011).

Bã nành, gluten ngô và gluten lúa mì có hàm lượng protein cao (48-59%). Đặc biệt, bã nành và gluten lúa mì là những nguyên liệu thực vật giàu lysin (2,93-3,52%) (Yohana & cs., 2023). Tuy vậy, bã nành có hàm lượng methionine (0,4%), cystine (0,6%) thấp. Các chất kháng dinh dưỡng như hemagglutinins, phytate, soyantigens trong bã nành, bã cải

dầu,.. ảnh hưởng đến độ tiêu hóa của nguyên liệu (O'Keefe & Newman, 2011).

Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng MUFA trong dầu cá hồi cao gấp đôi so với dầu nành. Trong khi đó, PUFA trong dầu cá hồi thấp hơn một nửa so với dầu nành. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Lê Thanh Phương & cs. (2014) và Hossain & cs. (2023). Ngoài ra, không tìm thấy axit béo HUFA trong các loại dầu nành, kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nguyen & cs. (2021) đối với dầu nành.

Bên cạnh nguồn protein và lipid, bột khoai mì và tinh bột ngô là nguyên liệu giàu tinh bột với hàm lượng (70-88%), protein (< 2,5%), lipid (< 1%) và hàm lượng xơ thấp (< 2,9%) (Sauvant & cs., 2004). Do đó, bột khoai mì và tinh bột ngô là những nguyên liệu giá trị là tăng độ bền thức ăn.

Về vệ sinh an toàn thực phẩm, các nguyên liệu thức ăn có nguồn gốc từ thực vật (đậu nành, ngô, gạo, khoai mì) rất dễ bị nhiễm nấm mốc nếu độ ẩm nguyên liệu > 15%, độ ẩm môi trường trên 65-70% và nhiệt độ 35°C (Trần Thị Thanh Hiền, 2004; Rathod & Kumawat, 2024). Nấm mốc làm giảm giá trị dinh dưỡng, thay đổi mùi vị của nguyên liệu và là nguyên nhân gây ra độc tố. Việc bảo quản nguyên liệu đúng cách giúp loại trừ các nguy cơ lây nhiễm và ổn định chất lượng nguyên liệu thức ăn trong một thời gian nhất định.

Nguyên liệu có chứa kim loại nặng làm tăng nguy cơ để lại dư lượng trong sản phẩm thủy sản nuôi trồng, gây nên các hệ lụy nghiêm trọng đến an toàn thực phẩm và sức khỏe người tiêu dùng. Kết quả phân tích độc tố nấm mốc và kim loại nặng cho thấy các loại nguyên liệu này đáp ứng tiêu chí vệ sinh và an toàn thực phẩm, phù hợp để sản xuất thức ăn thủy sản (QCVN 01-190:2020).

Ngoài ra, kết quả cho thấy các chỉ tiêu *E. coli*, *Salmonella*, tổng men mốc của các nguyên liệu đều đáp ứng giới hạn cho phép *E. coli* và *Salmonella* thuộc nhóm vi khuẩn gây bệnh đường ruột và rất dễ nhiễm vào thức ăn thông qua nguồn nước (Williams, 1981). Các

nguyên liệu kể cả protein thực vật và các loại hạt thực vật đều có thể bị nhiễm *Salmonella* (Beumer & Poel, 1997; McChesney & cs., 1995). Do đó, kiểm soát *E. coli* và *Salmonella* là nhiệm vụ quan trọng đối với các nguyên liệu thức ăn thủy sản chứa hàm lượng protein cao, việc theo dõi giám sát sẽ góp phần nâng cao chất lượng và tính an toàn của sản phẩm thức ăn nuôi thủy sản.

5. KẾT LUẬN

Kết quả khảo sát cho thấy thành phần hóa học của nguyên liệu nhìn chung ổn định, trong khi các chỉ tiêu an toàn vệ sinh thực phẩm được kiểm soát, đáp ứng yêu cầu cho sản xuất thức ăn thủy sản. Kết quả cũng thể hiện khâu bảo quản đã được các nhà sản xuất và phân phối chú trọng, đảm bảo sự ổn định chất lượng và an toàn vệ sinh cho các nguyên liệu dùng trong sản xuất thức ăn thủy sản.

6. KIẾN NGHỊ

Hàm lượng các vitamin, giá trị năng lượng của nguyên liệu cần được nghiên cứu và bổ sung trong các nghiên cứu tiếp theo.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ và đóng góp của PGS. TS. Leo Nankervis và các chuyên gia thuộc Đại học James Cook, Úc cùng tập thể nghiên cứu dự án tại Trung tâm Nghiên cứu Dinh dưỡng và Công nghệ thức ăn Thủy sản (APOTEC) - VAFIS. Kết quả được thực hiện từ Dự án FIS/2022/148 do Trung tâm Nghiên cứu Nông nghiệp Quốc tế Úc (ACIAR) tài trợ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Biscoto G.L., Salvato L.A., Alvarenga E.R., Dias R.R.S., Pinheiro G.R.G., Rodrigues M.P., Pinto P.N., Freitas R.P. & Keller K.M. (2022). Mycotoxins in Cattle Feed and Feed Ingredients in Brazil: A Five-Year Survey. *Toxins*. 14(552): 1-16. DOI: 10.3390/toxins14080552.
- Beumer H. & Poel A.F.B. van der (1997). Effects on hygienic quality of feeds examined. *Feedstuffs*. 69(53). 13-15.
- Dadras D., Imani A., Agh N., Shahrooz R. & Mohammadisefat P. (2024). Investigating the effects of different DHA/EPA ratios in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg composition on foregut development of larvae. *Veterinary Research Forum*. 15(9): 463-471. DOI: 10.30466/vrf.2024.2013685.4035.
- Folch A.C., Leed M. & Sloane-Stanley G.M. (1957). A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. 226: 497-509.
- Glencross B.D., Bachis E., Betancor M.B., Calder P., Liland N., Newton R. & Ruyter B. (2025). Omega-3 Futures in Aquaculture: Exploring the Supply and Demands for Long-Chain Omega-3 Essential Fatty Acids by Aquaculture Species. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 33(2): 167-216. DOI: 10.1080/23308249.2024.2388563.
- Hendriks W.H., Butts C.A., Thomas D.V., James K.A.C., Morel P.C.A. & Verstegen M.W.A. (2002). Nutritional Quality and Variation of Meat and Bone Meal. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 15(10): 1507-1516. DOI:10.5713/ajas.2002.1507.
- Hossain M.E., Das G.B., Bhowmik P., Adhikary K., Sultan S.I., Islam S. & Akter N., (2023). Fish oil divergently enriches broiler meat with long chain ω -3 polyunsaturated fatty acids (LC ω -3 PUFAs) by modulating the ratio of ω -3 to ω -6 PUFAs without disrupting gut morphology and cardiopulmonary morphometry. *Canadian Journal of Animal Science*. 00. 1-21. DOI: 10.1139/cjas-2022-0143.
- Hội Chăn nuôi Việt Nam (2025). Năm 2024, sản lượng thức ăn chăn nuôi đạt 21,5 triệu tấn, tăng 3,4%. Truy cập từ <https://nhachannuoi.vn/nam-2024-san-luong-thuc-an-chan-nuoi-dat-215-trieu-tan-tang-34/> ngày 03/01/2025.
- Hussain S.M., Afzal M., Salim M., Javid A., Khichi T.A.A., Hussain M. & Raza S.A. (2011). Apparent digestibility of fish meal, blood meal and meat meal for *Labeo Rohita* fingerlings. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 21(4): 807-811.
- Lê Thanh Phương, Lưu Hữu Mạnh & Nguyễn Nhật Xuân Dung (2014). Ảnh hưởng các tỷ lệ axit béo ω -6/ ω -3 khẩu phần lên năng suất sinh sản và thành phần axit béo, cholesterol của lòng đỏ trứng gà. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ - Số chuyên đề: Nông nghiệp*. 2: 36-45.
- McChesney D.G., Kaplan G. & Gardner P. (1995). FDA survey determines *Salmonella* contamination. *Feedstuffs*. 67: 20-23.
- Nguyen Van Nguyen, Le Duc Trung, Nguyen Thi Huong Thao & Dinh Thi Men (2016). A Survey of utilizing by-products from Tra catfish processing industry in Vietnam. *Journal of Technical Education Science*. 38: 34-42.

- Nguyen Van Nguyen, Pham Nhu Hao, Pham Duy Hai & Le Thanh Hung (2021). Improved growth, body composition, and fatty acid composition in striped catfish juveniles, *Pangasianodon hypophthalmus*, fed with diets containing different oil sources, World aquaculture Society. doi:10.1111/jwas.13064.
- O'Keefe S., Laurie Bianchi L. & Sharman J. (2017). Soybean Nutrition. SM Journal of Nutrition and Metabolism. 1(2): 1-9.
- Rathod A. & Kumawat M. (2024). Storage of feed ingredients and finished feed. Indian Farmer. 11(02): 77-82.
- Sauvant D., Perez J.M. & Tran G. (2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials - Pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish (2nd revised). INRA Editions. Paris, France. DOI: 10.3920/978-90-8686-668-7.
- Trần Thị Thanh Hiền (2004). Giáo trình Dinh dưỡng và Thức ăn Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
- Trần Thị Thanh Hiền, Bùi Vũ Hội & Trần Lê Cẩm Tú (2015). Khả năng thay thế bột cá bằng bột thịt xương làm thức ăn cho cá Thát Lát Còm (*Chitala chitala* Hamilton, 1822), Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ sinh học. 38(1): 101-108.
- Williams J.E. (1981). *Salmonellas* in Poultry Feeds - A Worldwide Review. World's Poultry Science Journal. 37(2): 97-105. doi:10.1079/WPS19810009.
- Yohana M.A., Ray G.W., Yang Q., Tan B., Chi S., Lin H., Mao M. & Yi Y. Implications of dietary soybean meal replacement with corn gluten meal on growth performance, antioxidant activities, hepatopancreatic histopathology, and intestinal flora of juvenile Pacific shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture Reports. 33:2352-5134. doi: 10.1016/j.aqrep.2023.101821.