

CHƯƠNG VIII

DINH DƯỠNG VÀ NHU CẦU CHẤT KHOÁNG

Trong tự nhiên có ít nhất 22 chất khoáng mà cơ thể động vật cần. Khoáng được chia làm hai nhóm căn cứ vào nhu cầu của động vật: nhóm khoáng đa lượng và khoáng vi lượng. Trong chương này chúng tôi đề cập đến vai trò sinh học của một số khoáng đa lượng và vi lượng là những nguyên tố hết sức quan trọng đối với cá

8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Mặc dù hầu hết các chất khoáng tìm thấy trong tự nhiên đều có mặt trong các mô của động vật vì chúng có trong thức ăn nhưng không phải chất khoáng nào cũng có vai trò trao đổi chất của cơ thể. Một số chất khoáng với hàm lượng rất thấp có thể còn gây độc cho cơ thể. Ngay cả một số chất khoáng cần thiết đối với động vật thủy sản nhưng được cung cấp với lượng vượt mức nhu cầu cũng gây độc cho cơ thể.

Trong cơ thể người, động vật và cá chất khoáng chiếm tỷ lệ rất thấp so với các chất hữu cơ khác (bảng 8.1; bảng 8.2).

Thuật ngữ khoáng thiết yếu (Essential mineral element) dùng để diễn tả những chất tham gia vào quá trình trao đổi chất của cơ thể. Để nhận biết một chất khoáng là thiết yếu hay không thì khi con vật ăn một phần không có chứa chất khoáng ấy và gây ra những triệu chứng bệnh lý chỉ có thể điều trị hoặc phòng ngừa bằng chính chất đó. Phần lớn các nghiên cứu về dinh dưỡng khoáng đều sử dụng phương pháp trên. Tuy nhiên, đối với những chất khoáng mà cơ thể cần với số lượng rất nhỏ thì không thể kiểm soát được sự có mặt của chúng trong nước uống, máng ăn, chuồng trại, các dụng cụ vệ sinh, bụi trong không khí.

Bảng 8.1. Hàm lượng một số nguyên tố khoáng trong cơ thể động vật

Đa khoáng	g/kg thể trọng	Vi khoáng	mg/kg thể trọng
Ca	15	Fe	20-80
P	10	Zn	10-50
K	2	Cu	1-5
Na	1,6	Mo	1-4
Clo	1,1	Se	1-2
S	1,5	I	0,3-0,6
Mg	0,4	Mn	0,2-0,5
		Co	0,02-0,1

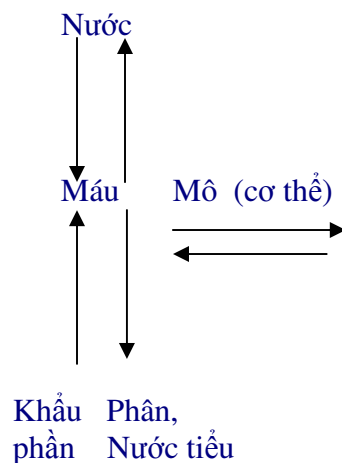
Đến năm 1950, 13 chất được coi là khoáng thiết yếu, bao gồm Ca, P, K, Na, Cl, S, Mg, Fe, I, Cu, Mn, Zn và Co. Đến năm 1970, người ta bổ sung thêm Mo, Se, Cr, Fl, As, Bo, Pb, Li, Ni, Si, Sn và Va. Có khoảng trên dưới 40 chất khoáng tham gia vào quá trình trao đổi chất trong cơ thể động vật.

Ngoài ra, chất khoáng thường xếp vào hai nhóm tùy theo nồng độ là khoáng đa lượng và khoáng vi lượng. Thông thường những chất khoáng được gọi là vi lượng khi chúng có mặt trong cơ thể động vật không lớn hơn 50 mg/kg. Một số tài liệu khác cho rằng, khoáng đa lượng là những chất mà động vật có nhu cầu lớn hơn 100mg/kg khẩu phần như Ca, P, Mg, K, Na, Cl, và S; khoáng vi lượng: nhu cầu nhỏ hơn 100mg/kg khẩu phần như Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Cr, Se, F, I, và Ni.

Bảng 8.2. Thành phần chất khoáng trong cơ thể cá (*Shearer, 1984, Kirchgessmer và Shwarz, 1986*)

Các loại khoáng phổ biến	Cá hồi (10-1800g)	Cá chép (170-1150g)
Khoáng đa lượng (g/kg WB)		
Ca	5,2	6,1
P	4,8	5,0
Mg	0,33	0,25
K	3,2	2,1
Na	1,3	0,85
Khoáng vi lượng (mg/kg WB)		
Fe	12	20
Cu	1,2	1,1
Mn	1,8	0,7
Zn	25	63

Về cơ bản người ta chấp nhận rằng nhu cầu khoáng của cá tương ứng với động vật bậc cao. Tuy nhiên, môi trường xung quanh (nước) là nguồn cung cấp khoáng quan trọng, ngoài thức ăn. Sự trao đổi khoáng của cá thể hiện ở sơ đồ 8.1.



Sơ đồ 8.1. Trao đổi khoáng ở cá

8.2. CANXI, PHOSPHO, MAGIE

8.2.1. Canxi (Ca)

Ca của cơ thể cá phân bố tập trung ở xương, vây. Hàm lượng Ca của cá chép (khối lượng - 340-3300mg) như sau:

Cột sống: 80g/kg (69-96g/kg)
 Cơ : 124mg/kg (57-410mg/kg)
 Gan : 38mg/kg (21-155mg/kg)

Tỷ lệ Ca/P của xương và vây là 1,5 - 2:1 và của toàn bộ cơ thể là 0,7-1,6.

Nồng độ Ca của nước là 200mg/l đáp ứng đủ nhu cầu Ca cho cá hồi. Nếu lượng Ca của nước thấp (5mg/l) thì cá phải lợi dụng Ca của khẩu phần.

Như vậy, sinh trưởng của cá phụ thuộc vào nồng độ Ca và pH của nước. Người ta cũng thấy hàm lượng nhôm trong máu cao làm giảm sự hấp thu Ca. Những hồ nước axit, pH thấp, Ca thấp và Al cao làm giảm tỷ lệ sống của cá rõ rệt. Những hồ nào có hàm lượng Ca nhỏ hơn 0,8mg/l; pH nhỏ 4,5 thường không có cá (Howell et al., 1983).

Vậy, nhu cầu của cá trong khẩu phần là bao nhiêu? Nói chung, khó xác định được nhu cầu Ca của cá. Cá hồi có thể trọng ban đầu là 1,2 g không thấy biểu hiện sinh trưởng khác nhau khi khẩu phần chứa 0,3-3,4g Ca/kg và hàm lượng Ca nước là 20-30mg/l.

Cá da trơn có thể trọng 6-24g sống trong nước có hàm lượng Ca là 56mg/l đáp ứng sinh trưởng tối ưu khi khẩu phần chứa 8g Ca/kg (+8g photpho hữu dụng) nhưng sinh trưởng giảm khi Ca khẩu phần là 20g/kg. Cá hồi châu Âu, cá chép thích hợp với khẩu phần 18-22g/kg Ca. Cá hồi *O. aureus* thích hợp khẩu phần 8g Ca/kg trong điều kiện nước không có Ca.

8.2.2. Phospho (P)

Cá lấy P từ nước kém hơn Ca. Ví dụ, cá hồi (cá giống) hấp thụ P từ nước chỉ bằng 1/400 so với Ca từ nước. Hấp thụ P từ nước cũng phụ thuộc vào nhiệt độ nước và hàm lượng Ca nước. Hấp thụ P từ nước tăng khi nhiệt độ tăng và nồng độ Ca nước giảm.

Như vậy, nguồn P khẩu phần đối với cá quan trọng hơn là nguồn P từ nước. Nhu cầu P khẩu phần của cá nằm trong phạm vi 0,4-0,7% khẩu phần phụ thuộc vào:

+ Cấu tạo ống tiêu hoá: loài cá có dạ dày hấp thụ P tốt hơn cá không có dạ dày, ngay cả khi nguồn P có độ lợi dụng kém.

+ Nguồn Photpho: Phospho phytic không lợi dụng được vì cá không có enzyme phytase. Giống như động vật trên cạn, photpho monocanxi có độ lợi dụng cao nhất, đi và tri-canxi thì kém hơn, nhất là cá chép (bảng 8.3).

Bảng 8.3. Sinh trưởng của cá hồi và cá chép (g) theo độ lợi dụng của photpho khẩu phần

	Cá hồi (11 tuần)	Cá chép (4 tuần)
Monocanxi photphat	640-710	270-287
Dicanxi photphat	610	150
Tricanxi photphat	494	112

P trong bột cá, casein, nấm men đều được rainbow trout lợi dụng tốt, cá chép lợi dụng tốt P trong nấm men và casein.

8.2.3. Magiê (Mg)

Mg giữ vai trò quan trọng trong phản ứng photphoryl hoá và một vài enzyme. Mức Mg trong nước ngọt không đáp ứng đủ nhu cầu Mg của cá, phải bổ sung một lượng thích đáng vào khẩu phần. Nước biển chứa 1,3g Mg/lít thì đáp ứng đủ nhu cầu Mg cho cá biển.

Cowey et. al. (1977) làm thí nghiệm với cá hồi nặng khoảng 30g thấy rằng tính ham ăn, tăng trọng và FCR tốt khi khẩu phần chứa 1000mg/kg so với khẩu phần 26-63mg/kg. Thí nghiệm ở cá hồi non thấy 200-300mg/kg thì đủ cho sinh trưởng nếu nước chứa 1,7mg/lít.

Thiếu Mg gắn với mức Ca 26-40g/kg khẩu phần đã làm tăng nephrocalcinosis (nephrocalcinosis: Ca lắng đọng ở thận), natri trong cơ cũng tăng, làm cho thịt nát..vì cơ thịt chứa nhiều nước.

Ở cá chép thiếu Mg làm giảm thu nhận thức ăn, nghèo sinh trưởng và inertia. Trong một thí nghiệm người ta thấy mức Mg là 52mg/kg đã làm tăng tỷ lệ tử vong từ đó người ta thấy nhu cầu tối thiểu Mg phải là 400-700mg/kg khẩu phần.

8.3. CÁC NGUYÊN TỐ KHOÁNG KHÁC

Bảng 8.4 sau đây tóm tắt chức năng của các nguyên tố vi khoáng.

Bảng 8.4. Tóm tắt vai trò dinh dưỡng của một số nguyên tố vi lượng

Nguyên tố	Chức năng	Biểu hiện thiếu và nhu cầu
Fe	Cấu tạo Hb, myoglobin, cytochrome và nhiều enzyme khác	Chậm lớn, thấp Hb và hematocrit. 200mg/kg thức ăn của cá chép, 30mg/kg thức ăn của cá da trơn.
Cu	Tham gia vào các enzym có đồng như cytochrome oxidase, feroxydase, tyrosinase, superoxide dismutase	Chậm lớn, viêm cata, tim yếu. 3mg/kg thức ăn của cá chép. 5mg/kg thức ăn của cá da trơn
Mn	Coenzym của một số enzyme tổng hợp ure, trao đổi axit amin, axit béo và oxy hoá glucose.	Chậm lớn, cột sống ngắn. Viêm cata, tỷ lệ tử vong cao, 2,4mg/kg thức ăn của cá da trơn , 13mg/kg thức ăn của cá chép
Zn	Cofactor của một số enzyme và thành phần của nhiều metaloenzyme như cacbonic anhydrase, carboxypeptidase, malic dehydrogenase, alkali photphatase, superoxid dismutase, ribonuclease và DNAPolymerase.	Chậm lớn, kém ăn, viêm cata, thối vây và da, tử vong cao. 20mg/kg thức ăn của cá da trơn. 15-30mg/kg thức ăn của cá chép
Co	Thành phần của vitamin B ₁₂	Chậm lớn, số lượng hồng cầu giảm, mức khuyến cáo 1 - 6mg/kg thức ăn.
Se	Thành phần của glutathion peroxidase, phân giải peroxid sinh ra trong quá trình oxy hoá mỡ	Chậm lớn, thiếu máu, viêm cata. Mức khuyến cáo 0,25mg/kg thức ăn của cá da trơn
I	Thành phần hormon thyroxin	0,6-2,8mg/kg thức ăn của cá hồi

Giới thiệu hỗn hợp khoáng dùng cho cá (premix):

2,1% CaCO ₃	0,034% Cu (OH) ₂ .2CuCO ₃	73,5% CaHPO ₄ .2H ₂ O
0,081% ZnCO ₃	8,1% K ₂ HPO ₄	0,001% KI
6,8% K ₂ SO ₄	0,002% NaF	3,1% NaCl
0,020% CoCl ₂	2,5% MgO	0,0686% axit citric
0,558% MnCO ₃		

CÂU HỎI:

1. Sơ đồ chuyển hoá khoáng của cá?
2. Vai trò của Ca, P, Mg, và nhu cầu của cá. Tại sao khả năng lợi dụng P dưới dạng axit phytic ở cá rất thấp, biện pháp khắc phục?
3. Cho ví dụ về một công thức khoáng hỗn hợp của cá và cho ý kiến nhận xét về công thức khoáng này?

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Tiếng Việt

- Vũ Duy Giảng, Nguyễn Thị Lương Hồng, Tôn Thất Sơn, 1997. Dinh dưỡng và thức ăn gia súc. Nhà XBNN, Hà Nội.
- Lại Văn Hùng, 2004. Dinh dưỡng và thức ăn trong nuôi trồng thủy sản. Nhà XBNN, Hồ Chí Minh.
- Lê Đức Ngoan, 2002. Giáo trình dinh dưỡng gia súc. Nhà XBNN, Hà Nội.

Tiếng Anh

- Halver, J. E., Hardy, R.W., 2002. Fish Nutrition. 3rd Eds. Academic Press, Imprint of Elsevier Science, 823pp.
- Michael B. New, 1987. Feed and Feeding of Fish and Shrimp (A manual on the preparation and presentation of compound feed for shrimp and fish in aquaculture), UNDP, FAO, Rome.
- Nose, T. and Arai, S., 1979. Recent advances in studies on mineral nutrition of fish in Japan. In: Pillay, T.V.R and Dill, W.A. (eds) Advances in Aquaculture, Fishing News, Farnham, England, pp, 584 - 590.
- NRC (National Research Council), 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Steffens, W., 1989. Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Limited, England
- Webster, C.D. and Lim, C. (eds), 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB international.

CHƯƠNG IX

ĐẶC ĐIỂM THỨC ĂN TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

9.1. PHÂN LOẠI THỨC ĂN

Người ta xếp thức ăn cho động vật thủy sản thành 5 nhóm dựa vào thành phần dinh dưỡng và cách sử dụng:

- + Thức ăn thô xanh: bao gồm thức ăn xanh như rau cỏ xanh, thức ăn thô khô như cỏ khô, rơm, thân cây ngô ... Tỷ lệ xơ trong thức ăn thường lớn hơn 18%.

- + Thức ăn giàu năng lượng: nhóm thức ăn có hàm lượng protein nhỏ hơn 20% và xơ nhỏ hơn 18%.

- + Thức ăn giàu protein: nhóm thức ăn có hàm lượng protein lớn hơn hoặc bằng 20%, đó là protein nguồn gốc động vật như bột thịt, bột cá, bột lông vũ thủy phân... và protein nguồn gốc thực vật như khô dầu đỗ tương, khô dầu bông, gluten ngô ...

- + Thức ăn giàu khoáng như bột đá, monocalxiphosphat, dicalxiphosphat...

- + Thức ăn bổ sung: gồm thức ăn bổ sung dinh dưỡng như vitamin, chất khoáng, axit amin, và thức ăn bổ sung phi dinh dưỡng (feed additives) như chất chống oxy hoá, sắc chất, các thuốc phòng bệnh...

9.2. ĐẶC ĐIỂM DINH DƯỠNG CỦA CÁC LOẠI THỨC ĂN

9.2.1. Thức ăn giàu năng lượng

Các loại hạt ngũ cốc và phụ phẩm của ngũ cốc, các loại bột củ và phụ phẩm nông nghiệp như cám gạo, cám mì... nằm trong nhóm thức ăn này. Thành phần hoá học: tinh bột chiếm 2/3 khối lượng hạt, protein 9 – 12%, mỡ 2 – 4%, xơ trung bình 6%, nhưng khác nhau nhiều giữa các loại hạt và phụ phẩm của hạt.

Bột sắn là nguồn thức ăn giàu tinh bột (60-70% trong chất khô), nhưng protein lại rất thấp (0,9-2,1%).

Đặc điểm chung của nhóm thức ăn giàu năng lượng là tỷ lệ protein thấp, acid amin thiếu và không cân đối; đa số có hàm lượng Lipid thấp (trừ cám gạo có 10-15% lipid); tỷ lệ xơ cao; hàm lượng khoáng thấp và không thích hợp cho động vật thủy sản.

Tùy vào đối tượng thủy sản nuôi cụ thể mà ta có thể sử dụng các nguồn thức ăn này khác nhau. Đối với nhóm đối tượng ăn thiên về động vật, lượng tinh bột không nên sử dụng quá 20%. Bột sắn là nguồn thức ăn cung cấp năng lượng tốt nhất. Cám gạo có hàm lượng xơ từ 11- 20% (tùy loại cám) do đó ít được sử dụng làm thức ăn cho tôm.

9.2.2. Thức ăn giàu protein

Có hai nhóm là thức ăn protein có nguồn gốc thực vật và nguồn gốc động vật.

Nhóm thức ăn protein nguồn gốc thực vật có hai nhóm nhỏ:

- Nhóm thức ăn có 20 – 30% protein thô, trong nhóm này có bã rượu, bã bia, bã mạch nha.. hàm lượng protein 25 – 27%, chất lượng protein thấp (thiếu lysine), xơ tương đối cao (12 – 15%).

- Nhóm thức ăn chứa 30 – 45% protein, trong nhóm này có các loại khô dầu lạc, khô dầu bông, khô dầu lang, khô đỗ tương, khô hướng hướng dương, khô cải dầu, ... Hàm lượng protein của các loại khô dầu này từ 42 – 46%. Chất lượng protein cao hơn nhóm thức ăn trên. Tuy nhiên, khô dầu lanh và khô dầu bông nghèo lysine, khô dầu lạc nghèo axit amin chứa S, chỉ có khô đỗ tương là có chất lượng khá hoàn toàn. Tỷ lệ xơ của nhóm thức ăn này thấp hơn nhóm

trên (9 – 11%), riêng khô đỗ tương rất thấp (5%). Chất béo của nhóm khô dầu phụ thuộc vào cách lấy dầu, nếu lấy dầu bằng cách ép thì chất béo của sản phẩm còn 6- 8%, còn chiết dầu bằng dung môi hữu cơ thì chất béo chỉ còn 1 – 2%.

Thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn protein thực vật trình bày ở bảng 9.1.

Bảng 9.1. Thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn giàu protein có nguồn gốc thực vật

Thành phần	Khô đậu tương	Khô dầu bông	Khô dầu dừa	Khô dầu lạc
Vật chất khô %	88	91	90	89
Protein %	45-48	41	21.5	45-48
Lipid %	1.9	1.4	1.6	1.1
Dẫn xuất không đạm %	28.5	29.1	43.9	-
Khoáng %	6.2	6.5	7.0	4.5
Năng lượng thô (MJ/kg)	17.5	17.9	16.1	-
Năng lượng tiêu hóa (MJ/kg)	13.5	9.1	-	-

Đặc điểm dinh dưỡng của một số loại khô dầu

Khô đậu tương. 42 – 48% protein, giàu lysine (2,45%) nhưng hạn chế methionine và cystine, Ca, P, và vitamin B. Khẩu phần nuôi cá *O. niloticus* có thể thay hoàn toàn bột cá bằng khô đỗ tương nếu bổ sung thêm 0,25% methionine.

Khô dầu bông: 40 – 45% protein, nghèo methionine, cystine, lysine, Ca, P, giàu vitamin B₁, chứa 0,003 – 0,2% gossypol là chất độc gây ức chế enzym tiêu hoá và làm giảm độ ngon của khô dầu bông.

Khô dầu lạc. 45 – 50% protein, nghèo lysine, methionine, cystine, dự trữ trong điều kiện nóng ẩm sẽ sản sinh mycotoxin, đặc biệt là aflatoxin. Cá rất nhạy cảm với độc tố aflatoxin, liều gây độc ở cá là 1 ppb trong khi ở gà con là > 50 ppb, lợn con ≥ 50 ppb, bê > 200 ppb.

Khô dầu cải dầu. Protein giống khô dầu đỗ tương, chứa glucosid làm giảm sinh trưởng của cá chép. Glucoside bền đối với nhiệt.

Khô dầu hướng dương: 35 – 40% protein, không thấy có chất độc, xơ cao (16%).

Khô dầu vừng. 40% protein, giàu methionine, arginine và leucine, nhưng thiếu lysine. Chứa axit phytic dễ kết hợp với chất khác như axit amin, vi khoáng.. tạo thành phytat không hoà tan, không hấp thu được, làm mất cân đối axit amin và vi khoáng khẩu phần.

Nhóm thức ăn giàu protein nguồn gốc động vật gồm có bột thịt, bột thịt xương, bột máu, bột cá, phụ phẩm sữa,... Thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn này ghi ở bảng 9.2.

Đặc điểm một số thức ăn giàu protein nguồn động vật

Bột cá: Bột cá là nguồn cung cấp protein tốt nhất cho các đối tượng nuôi thủy sản, hàm lượng protein thô biến động từ 45% đến 70% phụ thuộc vào nguồn cá, cách chế biến. Bột cá chứa đầy đủ các acid amin cần thiết cho động vật thủy sản, giàu lysine (7,8% so với CP), methionine (3,5% so với CP), methionine+cystine (4,7% so với CP), tryptophan (1,3% so với CP), threonine (4,9% so với CP). Đặc biệt trong thành phần lipid của bột cá có nhiều acid béo cao phân tử không no (HUFA). Trong bột cá có hàm lượng vitamin A và D cao và thích hợp cho việc bổ sung vitamin A trong thức ăn. Bột cá làm cho thức ăn trở nên có mùi hấp dẫn và tăng tính ngon miệng của thức ăn. Hàm lượng khoáng trong bột cá luôn lớn hơn 16% và là nguồn khoáng được động vật thủy sản sử dụng hiệu quả. Năng lượng thô của bột cá từ 4100 - 4200 kcal/kg. Ngoài ra, một số nghiên cứu cho thấy trong bột cá có chứa chất kích thích sinh trưởng,

đây là nguyên nhân chính khi thay thế bột cá bằng các nguồn protein động vật khác kết quả không hoàn toàn đạt được như sử dụng bột cá.

Bột cá được chia làm hai loại: bột cá nhạt và bột cá mặn. Trong chế biến thức ăn cho động vật thủy sản chỉ sử dụng bột cá nhạt (độ muối <5%). Bột cá thường được làm từ cá trích, cá mòi và cá cơm. Chất lượng bột cá phụ thuộc vào loài, độ tươi của nguyên liệu tươi, phương thức chế biến và bảo quản. Có hai phương pháp chế biến bột cá:

- Chế biến ẩm: Cá tươi đem hầm hơi sau đó ép để tách nước và dầu, bã được sấy khô nghiền thành bột, làm bền bột bằng các chất chống oxy hoá. Dịch ép được chiết mỡ, cô đặc rồi cho thêm vào bột để bổ sung vitamin và protein hoà tan.

- Chế biến khô: Cá sau khi nấu chín (hoặc hầm chín) rồi làm khô không tách mỡ. Bột cá cũng có thể chế biến theo phương pháp chiết bằng dung môi. Bột cá chế biến theo phương pháp này rất giàu protein (80%) và ít mỡ.

Bảng 9.2. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn protein nguồn gốc động vật

Thức ăn	Protein%	Béo%	Khoáng (%)	
			Na	P
Bột thịt	53	10	8,0	4,03
Bột thịt xương	51	10	10,0	5,07
Bột máu	80	2	0,3	0,22
Bột cá 50% protein	53	4	-	-
70% protein	74	1	-	-
65% protein	68	1	-	-
Sữa : Bột sữa khử mỡ	34	1	1,2	1,0
Váng sữa (whey)	14	1	0,9	0,8
Bột tôm	49-74	-		
Phụ phẩm gia cầm	60-65	15-20	Nghèo lysine hơn bột cá da trơn, có thể dùng 15% bột lông vũ thủy phân	
Bột lông vũ thủy phân	80-85	-		

Bột tôm. Bột tôm là phụ phẩm của nhà máy chế biến tôm đông lạnh bao gồm đầu tôm và vỏ tôm. Hàm lượng protein 30-40%, chứa đầy đủ các axit amin thiết yếu, tuy nhiên, methionine axit amin là giới hạn một. Bột đầu tôm có thể thay 20-30% bột cá và không nên bổ sung quá 15% trong khẩu phần ăn của tôm. Bột đầu tôm là nguồn cung cấp axit béo n3, cholesterol, asthaxanthin, khoáng và chứa cả chất dẫn dụ. Ngoài ra, bột đầu tôm giàu chitin (15-23%) là chất cần thiết cho quá trình hình thành vỏ của tôm. Mục đích bổ sung bột đầu tôm vào thức ăn nhằm cải thiện mùi vị hấp dẫn của thức ăn. Chất lượng của bột đầu tôm rất biến động phụ thuộc vào nguyên liệu, phương thức chế biến và bảo quản.

Cá ủ ướp (fish silage). Đây là cách bảo quản bằng phương pháp lên men sinh học trong môi trường axit. Cá hay phụ phẩm cá được chặt nhỏ, trộn với bột sắn và rỉ mật theo tỷ lệ 5 kg cá + 3 kg bột sắn + 2 kg rỉ mật. Có thể thay bột sắn bằng bột gạo, bột ngô, bột các loại khoai củ hoặc chỉ cần ủ với rỉ mật. Có điều kiện thêm axit hữu cơ như axit formic hay chế phẩm lên men lactobacillus.

Cá đã băm nhỏ đặt vào các thùng nhựa ủ kín, thỉnh thoảng khuấy đều. Trong quá trình ủ, axit lactic được hình thành, pH xuống dưới 4,5 nhờ vậy, sản phẩm được bảo quản vài tháng không hư hỏng.

Cá ủ ướp có hàm lượng protein từ 30 – 50% so với vật chất khô, tùy theo nguyên liệu đem ủ và có nhiều axit amin quý như lysine, methionine.

Bột lông vũ thủy phân. Hàm lượng protein cao tới 80-85% nhưng không cân đối axit amin (nghèo lysine, histidine và tryptophan). Thành phần protein chủ yếu là keratin nên tỷ lệ tiêu hóa rất thấp (khoảng 50%). Bột lông vũ thủy phân có thể thay 30% bột cá trong khẩu phần cá rô phi và cá trê.

Bột thịt. Bột thịt bao gồm phế phụ phẩm lò mổ gồm tất cả những phần không dùng làm thức ăn cho người như: ruột già, gân, móng, thức ăn trong dạ dày, móng và lông. Hàm lượng dinh dưỡng biến đổi nhiều tùy theo nguồn phụ phẩm, protein từ 30-60%, lipid 8-11%, Ca 4,5-5% và P 8-10%. Nhìn chung giá trị protein của cả hai loại bột này đều không cao, hàm lượng methionin thấp nên hiệu quả sử dụng không cao khi làm thức ăn cho động vật thủy sản. Hàm lượng bột thịt xương được đề nghị sử dụng trong thức ăn cho tôm không nên quá 15%.

Bột máu. Bột máu có hàm lượng protein cao tới 85-90%, rất giàu lysine (9-11%), tuy nhiên thiếu Isoleucine và Methionin. Khả năng tiêu hóa bột máu của động vật thủy sản thấp, tỷ lệ tiêu hóa protein biến động từ 40-80% tùy theo phương pháp sấy. Protein và acid amin trong bột máu dễ bị phân hủy trong quá trình sấy. Bột máu rất dễ bị hư trong quá trình tồn trữ. Hàm lượng bột máu phối trộn trong khẩu phần ăn cho tôm không nên quá 10%.

9.2.3. Thức ăn bổ sung (feed additives)

Có hai nhóm thức ăn bổ sung, đó là thức ăn bổ sung dinh dưỡng và thức ăn bổ sung phi dinh dưỡng:

Thức ăn bổ sung dinh dưỡng bao gồm thức ăn bổ sung vitamin, vi khoáng, axit amin tổng hợp... Thông thường, thức ăn bổ sung loại này được sản xuất dưới dạng premix.

Premix là một hỗn hợp chứa hoạt chất và chất mang. Hoạt chất có thể là axit amin, vitamin, nguyên tố vi lượng, còn chất mang thì tùy loại hoạt chất mà có thể khác nhau. Ví dụ, đối với hoạt chất là vitamin, axit amin.. thì hoạt chất là trấu hay cám mì nghiền mịn, đối với hoạt chất là vi khoáng thì chất mang là bột đá. Để cho các hoạt chất trộn đều vào chất mang thì khối lượng riêng và kích thước của hoạt chất- chất mang phải tương đương nhau, thời gian bảo quản tương đồng và không phá hoại nhau.

Thức ăn bổ sung phi dinh dưỡng bao gồm chất chống oxy hóa, chất tạo màu, tạo mùi, chất hấp phụ mycotoxin, enzyme, chất dẫn dụ, chất kết dính...

- Chất chống oxy hóa: trong công nghiệp thức ăn thủy sản, người ta thường sử dụng các chất chống oxy hóa là Ethoxyquin (1,2 dihydro-6 ethoxy-2,2,4 trimethyl quinoline) với liều 150ppm, BHT (Butylated hydroxy toluene) với liều 200ppm, BHT (Butylated hydroxy anisole) với liều 200ppm.

- Chất chống nấm: có các loại như potassium sorbate, polypropylene glycol, aluminiumsilicat, Mycofix-plus.. ngăn ngừa sự phát triển của một số nấm mốc sản sinh mycotoxin.

- Sắc chất: cá không thể sinh tổng hợp được các sắc tố nên phải được cung cấp từ thức ăn. Sắc tố có nhiều trong thức ăn tự nhiên như rong, tảo, rau cỏ xanh, các sắc tố tổng hợp thường chiết rút từ các nguồn thực vật trên.

Hai loại sắc tố sử dụng trong thức ăn của cá hồi (làm đỏ da, cơ và vây) là asthaxanthin và cathaxanthin. Asthaxanthin cũng dùng để tạo màu cho tôm hùm. Các sắc tố trên cũng dùng cho cá cảnh.

Đối với cá tra hay basa người tiêu dùng ưa thích thịt cá trắng không vàng, như vậy, đối với loại cá này người ta không dùng sắc tố hay những loại thức ăn tự nhiên chứa sắc tố như ngô vàng hay rau xanh.

- Chất dẫn dụ: Các axit amin tự do như glycine, alanine, glutamate; một số peptid như betain có tác dụng hấp dẫn tôm, cá. Các chất này hiện diện trong bột tôm, bột cá, bột mực, bột các loài nhuyễn thể hay trong các sản phẩm thủy phân của những thức ăn này, các loại này có thể trộn vào thức ăn ở mức 1-5%.

- Chất kết dính: Chất kết dính làm cho thức ăn bền trong nước. Chất kết dính thường dùng là tinh bột ngũ cốc, tinh bột sắn có thể dùng 5% trong hỗn hợp thức ăn viên. Các chất kết dính khác được dùng nhiều trong công nghiệp thức ăn thủy sản là alginate, gelatin, chitosan, bentonite, CMC (carboxyl methyl cellulose).

9.2.4. Thức ăn tự nhiên

Thức ăn tự nhiên đóng vai trò rất quan trọng, quyết định sự thành công trong ương nuôi nhiều loài động vật thủy sản, đặc biệt là ở giai đoạn ấu trùng. Nghiên cứu đặc điểm sinh học, kỹ thuật nuôi một số loại thức ăn tươi sống cho động vật thủy sản đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Các đối tượng chủ yếu đang được quan tâm nghiên cứu như: vi tảo, luân trùng, giáp xác râu ngành, Artemia, trùng chỉ.. vì chúng có giá trị dinh dưỡng cao (bảng 9.3)

Bảng 9.3. Thành phần dinh dưỡng của một số zooplankton nước biển và nước ngọt (Hepher, 1988)

Zooplankton	Thành phần dinh dưỡng (% vật chất khô)				
	VCK	CP	EE	Tro	GE kcal/kg
Rotifier	11,2	64,3	20,3	6,2	4866
Artemia	11,0	61,3	19,5	10,1	5835
Cladocera	9,8	56,5	19,3	7,7	4800
Malacostraca	24,6	49,9	20,3	19,6	5537
Ostracoda	35,0	41,5	-	-	5683
Copepoda	10,3	52,3	7,1	1,7	5445

Nghề nuôi giáp xác, cá biển và nhuyễn thể đang ngày càng phát triển mạnh, vì thế, nhu cầu con giống ngày càng gia tăng. Trong sản xuất giống ấu trùng, thức ăn và kỹ thuật cho ăn là vấn đề rất quan trọng. Ngày nay, mặc dù có nhiều kỹ thuật tiên tiến trong sản xuất thức ăn nhân tạo cho ấu trùng, nhưng những thức ăn tươi sống như tảo, luân trùng, giáp xác râu ngành, Artemia.. vẫn được xem là thức ăn vô cùng quan trọng và có tiềm năng rất lớn trong sản xuất giống. Việc nuôi và sử dụng các sinh vật làm thức ăn này đã có một lịch sử lâu đời ở nhiều nước và ngày nay đang được áp dụng rộng rãi trên toàn thế giới.

Chi tiết về thức ăn tự nhiên được trình bày ở chương tiếp theo.

9.2.5. Mùn bã hữu cơ và sinh khối vi khuẩn

Mùn bã hữu cơ là sản phẩm phân giải chất hữu cơ có nguồn gốc từ động vật hoặc thực vật. Mùn bã hữu cơ có giá trị dinh dưỡng thấp nhưng gần trên mùn bã hữu cơ là những tập đoàn nấm, vi khuẩn và các protozoa làm nhiệm vụ phân huỷ chất hữu cơ. Lượng protein trong mùn bã hữu cơ chỉ khoảng 10%, nhưng nếu kể chung với tập đoàn sinh vật cộng sinh thì giá trị dinh dưỡng của mùn bã hữu cơ tăng lên nhiều lần, đặc biệt sinh khối vi khuẩn là nguồn cung cấp axit amin thiết yếu, nhất là nhóm axit amin chứa lưu huỳnh.

9.2.6. Probiotic trong nuôi trồng thủy sản

Do yêu cầu về vệ sinh an toàn thực phẩm ngày càng cao, kháng sinh và các hoá chất dùng làm thức ăn bổ sung (feed additives) trong thức ăn cho động vật nuôi trên cạn và động vật nuôi dưới nước được kiểm soát ngày càng chặt chẽ (xem phụ lục: Kháng sinh cấm sử dụng).