

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC
NÔNG NGHIỆP HÀ NỘI**

**VIỆN NGHIÊN CỨU
NUÔI TRỒNG THỦY SẢN 1**

GS.TS VŨ DUY GIẢNG

**DINH DƯỠNG
VÀ THỨC ĂN THỦY SẢN**

Hà Nội 2006

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn Dinh dưỡng và Thức ăn thủy sản soạn cho sinh viên chuyên ngành Nuôi Trồng Thủy sản, chương trình Cao học.

Nội dung cuốn sách tập trung vào các vấn đề dinh dưỡng và nhu cầu dinh dưỡng của tôm cá đối với năng lượng, protein, axit amin, vitamin, chất khoáng; các nguồn thức ăn của tôm cá; công nghệ thức ăn công nghiệp cho tôm cá.

Việc sử dụng thức ăn công nghiệp để nuôi thâm canh tôm cá vừa giúp nâng cao năng suất sinh khối, hiệu quả sử dụng thức ăn, vừa giảm ô nhiễm môi trường, hạn chế dịch bệnh.

Những kiến thức về dinh dưỡng và thức ăn rất cần thiết cho việc sử dụng và sản xuất thức ăn công nghiệp cho tôm và cá. Những kiến thức này ngày càng tiến bộ và sâu sắc, hy vọng rằng những nội dung quan trọng nhất của môn học đã được đề cập và sẽ giúp cho người học thực hành được trong sản xuất.

Người biên soạn
GS.TS VŨ DUY GIẢNG
ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP HÀ NỘI



Chương mở đầu

NHỮNG ĐẶC ĐIỂM DINH DƯỠNG CÁ

Dinh dưỡng là gì?

Dinh dưỡng là những hoạt động sinh lý và hoá học chuyển những chất dinh dưỡng từ thức ăn thành những chất dinh dưỡng của cơ thể.

Có 4 quá trình dinh dưỡng: thu nhận thức ăn, tiêu hoá hấp thu thức ăn, chuyển hoá và bài tiết.

Môn học nghiên cứu các quá trình trên gọi là dinh dưỡng học.

Mục đích của dinh dưỡng học động vật thuỷ sản là nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để cho quá trình chuyển những chất dinh dưỡng của thức ăn thành những chất dinh dưỡng của cơ thể hiệu quả nhất (con vật khoẻ mạnh, sinh trưởng phát triển tốt và có hiệu suất lợi dụng thức ăn cao nhất).

Lịch sử phát triển dinh dưỡng học động vật nước

Dinh dưỡng học thuỷ sản chỉ mới phát triển gần đây:

+ Những nghiên cứu đầu tiên về nhu cầu dinh dưỡng thực hiện tại Corland (Ohio, Mỹ) vào những năm 40 và chỉ phát triển mạnh từ thập niên 60.

+ Thức ăn nhân tạo cho động vật thuỷ sản bắt đầu áp dụng từ thập niên 50 và cuối thập niên này thức ăn viên được dùng phổ biến tại Mỹ và Châu Âu.

+ Thuỷ sản bao gồm các loài cá xương (finfish) và giáp xác (crustacean) có những đặc điểm dinh dưỡng khác với các động vật trên cạn. Số lượng các loài cá rất phong phú, nhưng hiện chỉ có khoảng 20 loài được nghiên cứu về dinh dưỡng và đại bộ phận tập trung vào những loài cá ôn đới.

Những đặc điểm dinh dưỡng động vật nước

- Cá có cấu trúc ống tiêu hoá và chức năng tiêu hoá rất khác nhau và đa số động vật thuỷ sản trải qua giai đoạn ấu trùng, ở giai đoạn này nhu cầu dinh dưỡng biến đổi rất lớn, nên nghiên cứu về dinh dưỡng khó hơn so với động vật trên cạn.

- Cá là động vật biến nhiệt (poikilotherms) nên có nhu cầu năng lượng thấp hơn động vật máu nóng vì không tiêu tốn năng lượng vào việc điều tiết thân nhiệt.

Tuy nhiên lại nhạy cảm với stress của môi trường, đặc biệt là nhiệt độ nước. Do vậy nhu cầu dinh dưỡng thường được xác định ở nhiệt độ nước nhất định, gọi là ***nhiệt độ môi trường tiêu chuẩn*** (SET: Standard Environmental Temperatures).

Ví dụ: SET (theo NRC):

59° F (15° C): cá hồi (chinook salmon)

50°F (10°C): cá hồi vân (rainbow trout)

86°F (30°C): cá da trơn Mỹ (channel catfish)

- Về nhu cầu dinh dưỡng:

- Nhu cầu năng lượng của động vật thủy sản thấp hơn động vật trên cạn (vì không mất năng lượng để điều hòa thân nhiệt, không tốn nhiều năng lượng để vận động, không mất nhiều năng lượng trong chuyển hoá protein (cá được xếp vào nhóm *ammoniotelic- bài tiết amoniac*).
- Nhu cầu vitamin cũng cao hơn, đặc biệt vitamin C do cá không tự tổng hợp được trong cơ thể, do vậy nhu cầu vitamin phụ thuộc nhiều vào thức ăn.
- Nhu cầu chất khoáng thấp hơn vì cá có thể lấy chất khoáng từ môi trường nước.
- Hầu hết các loài cá có nhu cầu về axit béo họ ?3 (hay n3) và các nhóm động vật thủy sản khác nhau thì có nhu cầu axit béo này khác nhau.

- Về hiệu suất lợi dụng thức ăn:

Hiệu suất lợi dụng thức ăn của cá cao hơn động vật trên cạn (HSLDTA của cá trong khoảng 1,2 - 1,7/1, lợn 3/1, gà 2/1).

- Về phương thức lấy thức ăn của cá:

Có nhiều phương thức như bắt mồi (predator: salmon, trout...), gặm (grazers: mullet...), lọc (strainers: menhaden có thể lọc 6 gallons nước/phút qua mang), hút (suckers: buffalo...), ký sinh (parasites như sea lamprey...). Do đó thức ăn phải được chế biến và cho ăn theo phương thức lấy thức ăn của cá.

Quan hệ giữa thức ăn tự nhiên và thức ăn nhân tạo trong nuôi trồng thủy sản

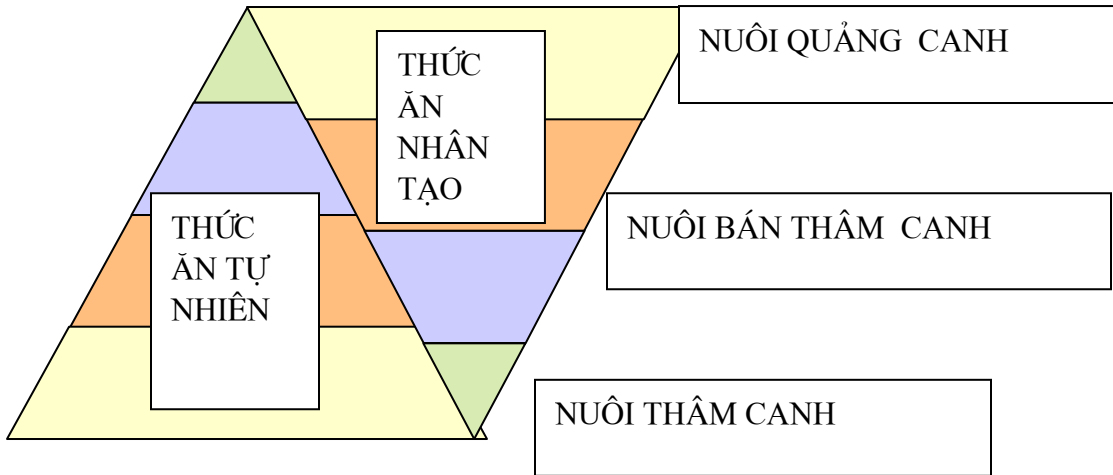
Trong nuôi trồng thủy sản, tùy phương thức sản xuất, thức ăn tự nhiên và thức ăn nhân tạo chiếm vị trí khác nhau. Trong nuôi quảng canh, thức ăn tự nhiên là quan trọng, khi phương thức quảng canh được thay dần bằng bán thâm canh hoặc thâm canh thì thức ăn nhân tạo thay thế dần cho thức ăn tự nhiên. Trình độ thâm canh càng cao thì thức ăn nhân tạo càng giữ vai trò quan trọng (xem sơ đồ).

chương trình môn học

Môn học có 10 chương, từ chương 1 đến chương 7 là phần nguyên lý dinh dưỡng, các chương còn lại là phần thức ăn công nghiệp.

Trong quá trình học, sinh viên có một ngày tham quan nhà máy thức ăn chăn nuôi gia súc và thức ăn thủy sản.

Kết quả học tập của sinh viên được đánh giá theo điểm thi kết thúc môn học, điểm chuyên đề và điểm tường trình tham quan thực tập.



Sơ đồ: Mối quan hệ giữa thức ăn tự nhiên và thức ăn nhân tạo trong nuôi trồng thủy sản

Chương 1

SINH LÝ TIÊU HOÁ CỦA CÁ

1- CẤU TẠO GIẢI PHẪU BỘ MÁY TIÊU HOÁ CỦA CÁ

Ổng tiêu hoá cá có 4 phần, đó là ruột đầu, ruột trước, ruột giữa và ruột sau.

Ruột đầu gồm xoang miệng và mang.

Ruột trước gồm thực quản, dạ dày, pylorus. Một số loài cá không có dạ dày (khoảng 15% loài cá không có dạ dày) thì ruột trước chỉ có thực quản và một đoạn ruột bắt đầu từ cuối ống thực quản kéo đến cửa ống dẫn mật.

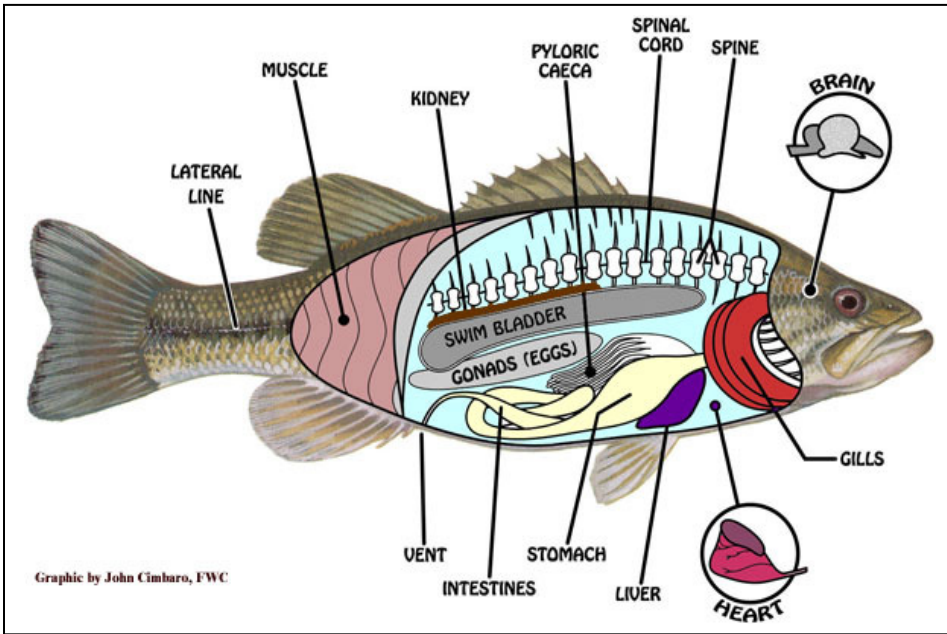
Ruột giữa là đoạn ruột từ sau pylorus đến đầu đoạn ruột sau. Gần pylorus có túi mù hạ vị (pylorus caecae), cá chóc có 5-8 túi, cá hồi vân có 35-100 túi.

Ruột sau gồm ruột kết và lỗ thải phân.

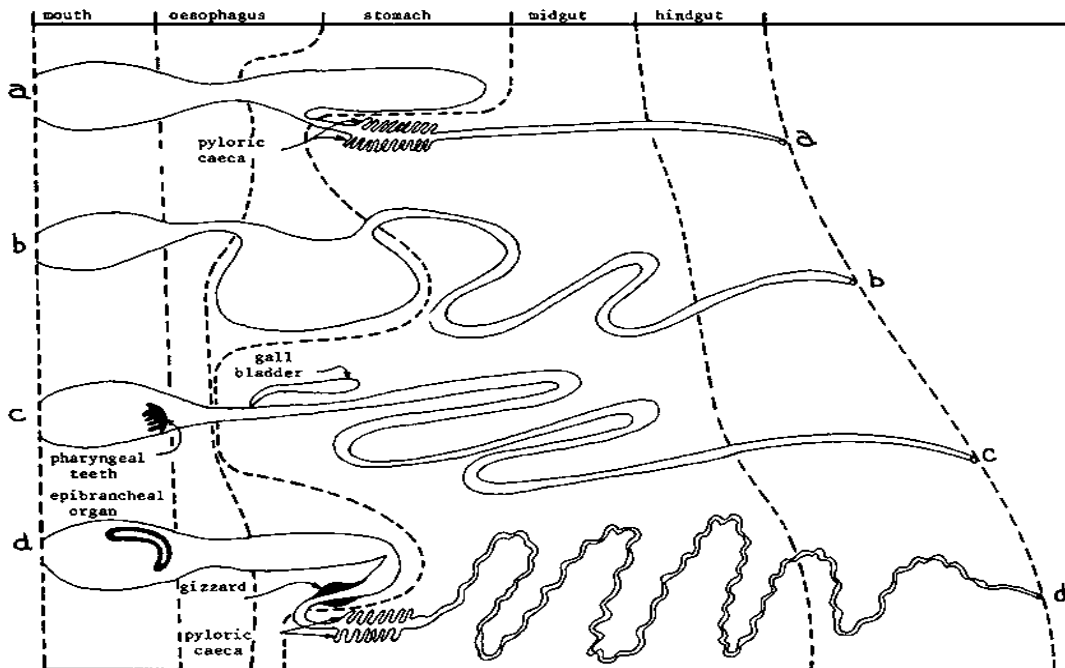
Niêm mạc ruột là các lông nhung, kích cỡ lông nhung biến đổi theo thời tiết và thức ăn (cá sống môi trường lạnh có lông nhung dài và dày hơn so với cá sống môi trường nóng, tuy nhiên tổng số lông nhung thì không biến đổi).

Đặc điểm chung về giải phẫu của ống tiêu hoá tất cả các loài cá là:

- Cấu tạo giải phẫu biến đổi theo tập tính ăn.
- Ruột của loài ăn thực vật (herbivores) dài hơn loài ăn động vật (carnivores). Chiều dài ruột/dài thân của carnivores, omnivores (ăn tạp) và herbivores lần lượt là 0,2-0,5/1 0,6-8,0/1 và 0,8-15/1.
- Loài cá không có dạ dày không có pha tiêu hoá axit.



SƠ ĐỒ 1.1
CÁC CƠ
QUAN TIÊU
HOÁ CỦA CÁ



Sơ đồ 1.2:
ÔNG TIÊU HOÁ CỦA CÁ HỒI VÂN, CÁ DA TRƠN, CÁ CHÉP VÀ MÈ HOA

2- SINH LÝ TIÊU HOÁ VÀ HẤP THU CỦA CÁ

Ổng tiêu hoá của cá có dịch dạ dày, dịch tụy và dịch ruột, trong các dịch này chứa enzyme, giữ vai trò quan trọng trong quá trình tiêu hoá các chất dinh dưỡng.

2.1- Dịch dạ dày (*gastric secretion*)

Dịch dạ dày có tính axit có ở hầu hết các loài cá, trừ cá không có dạ dày. Thành phần dịch dạ dày gồm:

* *Axit hydrochloric*: tiết ra từ dạ dày khi có thức ăn, pH dịch dạ dày có thể đạt tới 2 sau khi ăn vài giờ.

* *Enzyme*:

Pepsin được hình thành từ pepsinogen trong môi trường axit. Pepsin phân cắt dây nối peptide thành những mạch ngắn hơn, nó phân giải được hầu hết protein nhưng không phân giải được mucins, spongin, conchiolin, keratin hay những peptide phân tử lượng thấp.

Dịch dạ dày cũng chứa một số enzyme không phân giải protein, đó là các enzyme:

a/ Amylase - *Clupea* sp.

b/ Lipase - *Tilapia* sp.

c/ Esterases (pH = 5,3 - 8,0)

d/ Chitinase - *Coryphaenoides* sp (ăn crustaceans)

e/ Hyaluronidase - *Scomberjaponicus*

f/ Cellulase - trong một vài loài estuarine và cá nước ngọt, enzyme này có nguồn gốc vi sinh vật chứ không phải của cá.

2.2- Dịch tụy (*pancreatic secretion*)

* *Bicarbonates*: do tụy tiết ra để trung hoà axit HCl tiết ra từ dạ dày.

* *Enzyme*

- **Proteases**:

a/ Trypsin: hình thành do thuỷ phân trypsinogen, phân giải dây nối peptide có nhóm carboxyl đến từ arginine hay lysine. Hoạt động tối ưu ở pH=7.

b/ Chymotrypsin: hình thành do trypsin tác động vào chimotrypsinogen, phân giải dây nối peptide của nhóm carboxyl của axit amin mạch nhánh (tyrosine, tryptophan, phenylalanine).

c/ Elastase được hình thành khi proelastase được hoạt hoá bởi trypsin, nó phân giải dây nối peptide của elastin.

d/ Carboxypeptidases hình thành từ procarboxypeptidases sau khi được trypsin hoạt hoá, nó thuỷ phân dây nối peptide cuối cùng của cơ chất.

- **Amylase:** Tuyến tụy là nguồn chủ yếu của amylase của cá, pH tối ưu cho hoạt động của nó là 6,7.

- **Chitinase:** Nhiều loài cá, đặc biệt các loài cá ăn côn trùng và giáp xác. Enzyme này hoặc sinh ra từ tụy (pH cho hoạt động tối ưu là 8-10) hoặc từ dạ dày (pH cho hoạt động tối ưu là 1,25-3,5).

- **Lipase:** Lipase thủy phân mỡ triglyceride, phospholipides và esters sáp.

- **Carbonic anhydrase** thấy ở ruột cá coral, người ta cho rằng enzyme này dùng để phân giải calcium carbonate.

2.3- Dịch mật (*bile secretion*)

Về cơ bản, mật cá giống mật động vật có vú, nhưng vì mô gan và mô tụy của một vài loài cá trộn lẫn nhau cho nên dịch mật có chứa enzyme của tụy. Dịch mật có tính kiềm yếu, chứa muối mật, cholesterol, phospholipides, sắc chất mật, anion hữu cơ, glycoproteins và ion vô cơ. Dịch mật là tác nhân nhũ hoá mỡ trong quá trình tiêu hoá mỡ.

2.4- Dịch ruột (*intestinal secretion*):

Dịch ruột chứa các enzymes:

a/ amino-di-tripeptidases

b/ alkali và axit nucleosidases (phân chia nucleosides);

c/ polynucleotidases (phân chia axit nucleic);

d/ lecithinase (phân chia phospholipides);

e/ lipase và những esterases khác (phân chia lipides);

f/ amylase, maltase, isomaltase, sucrase, lactase, trehalase và laminarinase (tiêu hoá carbohydrates). Hoạt tính amylase ruột cá chép cao hơn ở cá hồi. Laminarinase trong ruột cá rô Phi nuôi bằng phiêu sinh. Laminarinase phân giải laminarin (β -1,3 glucan), có nhiều trong nhóm tảo *Laminariaceae*.

2.5- Sự tiêu hoá

+ Protein:

Tiêu hoá protein bắt đầu ở dạ dày trong những loài cá có dạ dày, protein bị phân cắt thành những mảnh polypeptide để tiếp tục được tiêu hoá ở ruột. Dưới tác động của enzyme dịch dạ dày, dịch tụy và dịch ruột, protein bị phân giải thành peptide và axit amin theo sơ đồ:

Protein \rightarrow pepton, polypeptide \rightarrow peptide đơn giản \rightarrow axit amin

Động thái enzyme tiêu hoá protein của cá phụ thuộc vào những yếu tố sau:

+ *Loài*: hoạt tính proteolytic của loài ăn động vật lớn hơn loài ăn thực vật.

+ *Tuổi*: hoạt tính enzyme peptic và tryptic tăng mạnh trong 20 ngày tuổi đầu, sau đó hoạt tính tryptic tăng mạnh hơn peptic (40 ngày tuổi hoạt tính tryptic tăng 10 lần còn hoạt tính peptic tăng 4 lần).

+ *Thành phần khẩu phần*: khẩu phần nhiều tinh bột và xơ làm giảm hoạt tính proteolytic.

+ *Nhiệt độ nước*: enzyme proteolytic tiết nhiều và có hoạt lực cao ở nhiệt độ cao (40-50°C), ở nhiệt độ từ 20°C đến 5°C, hoạt lực proteolytic giảm 30-40% giá trị ban đầu.

+ *pH*: đối với *Clarias gariepirius*, pH tối ưu cho pepsin dạ dày là 3, cho trypsin và chimotrysin là 8,2 và 7,8; đối với *Anguilla japonica* những con số tương ứng là 2,5-3,3 đối với pepsin (nhiệt độ 40-50°C) và là 7,6 đối với trypsin (nhiệt độ 46°C).

+ *Thời gian nuôi dưỡng*: hoạt tính protease dịch ruột cá chép đạt tối đa sau khi ăn 5 giờ, hoạt tính amylase giảm sau khi ăn 1 giờ, nhưng sau 5-6 giờ lại tăng lên.

+ *Lipid*:

Dưới tác động của dịch mật, mỡ được nhũ hoá và dưới tác động của lipase mỡ biến thành mono, di-glyceride, glycerol và axit béo.

+ *Carbohydrate*:

Carbohydrate dưới tác động của những enzyme tiết ra ở tụy và ruột biến thành hexose và pentose. Chitin bị phân giải thành N-acetylamino nhờ enzyme chitinase.

Amylase và maltase tiết ra chủ yếu ở đoạn ruột giữa, saccharase tiết chủ yếu ở đoạn ruột xa, tuy nhiên ở cá chép amylase tiết ra chủ yếu ở tụy và hầu như không tiết ra ở ruột.

Cá con (6,5 g) có hoạt tính amylase và maltase cao hơn cá lớn (400 g); khẩu phần giàu tinh bột làm tăng hoạt tính của amylase và maltase; nhiệt độ thích hợp cho carbohydrase hoạt động thì tương đối rộng (20-40°C).

2.6- Sự tiêu hoá vi sinh vật

Vi sinh gồm vi khuẩn và protozoa có ở phần cuối ruột non tiếp giáp trực tràng, chúng tiết ra các enzyme proteolytic, amylolytic, chitinase,

lecithinase và cellulase. Tuy nhiên vi khuẩn chỉ đóng một vai trò nhỏ trong qua trình tiêu hoá chitin và cellulose.

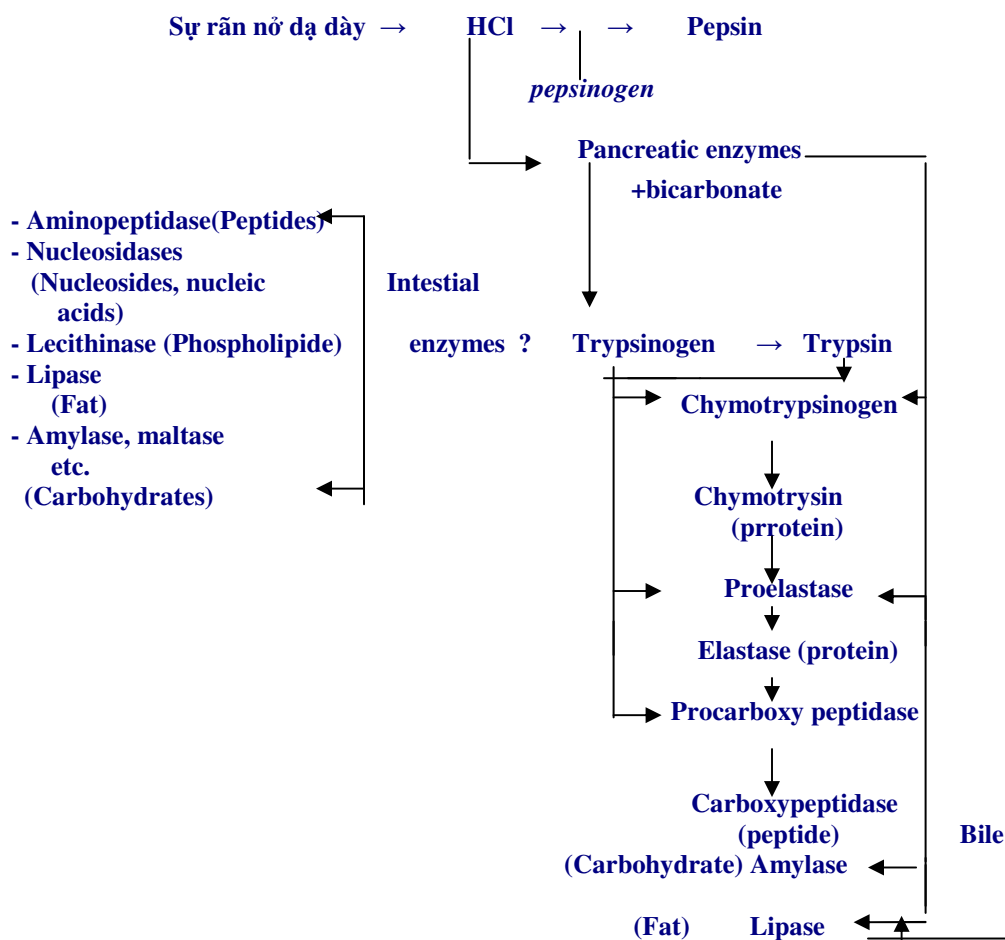
2.7- Sự hấp thu

+ *Protein*: axit amin được hấp thu theo gradient nồng độ sau khi kết hợp với ion vô cơ, những peptide đơn giản được hấp thu bằng cơ chế pinocytosis (thực bào).

+ *Lipid*: những sản phẩm hoà tan của tiêu hoá lipid được hấp thu chủ yếu ở niêm mạc ruột trước và cả ở pyloric caeca.

+ *Carbohydrate*: glucose được hấp thu ở niêm mạc ruột theo cơ chế hấp thu tích cực và theo gradient nồng độ.

Sơ đồ 1.3: Tóm tắt hoạt động của các enzymes tiêu hoá



3- TỶ LỆ TIÊU HOÁ THỨC ĂN

Tỷ lệ tiêu hoá thức ăn được xác định bằng tỷ lệ phần trăm của chất dinh dưỡng tiêu hoá, hấp thu được so với chất dinh dưỡng ăn vào.

Có hai công thức xác định tỷ lệ tiêu hoá, đó là tỷ lệ tiêu hoá biểu kiến (apparent digestibility coefficient - ADC) và tỷ lệ tiêu hoá thật (true digestibility coefficient - TDC):

$$ADC = (q - p)/q \times 100 \quad (1)$$

q : chất dinh dưỡng ăn vào

p : chất dưỡng thải ra ở phân

$$TDC = (q - (p - p'))/q \times 100 \quad (2)$$

q và *p*: công thức (1)

p' : chất dinh dưỡng nội sinh thải ra ở phân (tế bào thành ruột, dịch tiêu hoá...)

Trong thực tế khó xác định TDC cho nên trong dinh dưỡng động vật thuỷ sản người ta thường chỉ sử dụng ADC.

Để xác định tỷ lệ tiêu hoá một chất dinh dưỡng nào đó trong thức ăn, có nhiều phương pháp khác nhau, tuy nhiên có một phương pháp được áp dụng phổ biến là phương pháp dùng chất đánh dấu.

Chất đánh dấu thường dùng là oxit crom (Cr_2O_3), chất này hầu như không tiêu hoá, hấp thu trong đường tiêu hoá. Oxit crom được trộn vào thức ăn theo tỷ lệ 1-2%. Sau khi cho ăn một thời gian, người ta lấy mẫu phân của cá. Cùng với việc định lượng thành phần phần trăm của các chất dinh dưỡng trong phân, người ta cũng xác định tỷ lệ phần trăm của oxi crom trong phân. Sau đó áp dụng công thức sau để tính tỷ lệ tiêu hoá (digestibility coefficient - DC):

$$DC = 100 - \left[100 \frac{\% A}{\% B} \times \frac{\% B'}{\% A'} \right]$$

% A: % chất đánh dấu có trong thức ăn (theo khối lượng chất khô)

% B: % chất đánh dấu có trong phân (theo khối lượng chất khô)

% A': % chất dinh dưỡng có trong thức ăn (theo khối lượng chất khô)

% B': % chất dinh dưỡng có trong phân (theo khối lượng chất khô)

Câu hỏi

- 1- Những đặc điểm cấu tạo ống tiêu hoá của cá.
- 2- Những enzyme tiêu hoá protein, lipid và carbohydrate và kết quả tác động của những enzyme này trong quá trình tiêu hoá thức ăn.
- 3- Hấp thu protein, lipid và carbohydrate của cá.
- 4- Công thức tính tỷ lệ tiêu hoá thức ăn.

Chương 2

DINH DƯỠNG PROTEIN VÀ AXIT AMIN

1- PROTEIN

1.1. Phân loại

Về mặt *chức năng* người ta chia protein thành nhiều loại sau:

+/ **Protein đơn giản**: là protein chỉ cho axit amin khi thủy phân, bao gồm hai nhóm là protein sợi và protein cầu.

- Protein sợi (fibrous protein): giữ vai trò cấu tạo các mô liên kết như collagen, elastin và keratin. Protein này không hòa tan và bền với các enzyme tiêu hóa, collagen có hydroxyproline, là một axit amin quan trọng của protein này. Elastin cấu tạo gân và mạch máu, chuỗi polipeptid của elastin giàu alanine và glycine. Keratin có hai loại là α -keratin là protein của lông và tóc và β -keratin là protein của lông vũ, da..., keratin rất giàu axit amin chứa lưu huỳnh, ví dụ protein lông chứa tới 4 % lưu huỳnh.

- Protein hình cầu (globular protein): là các enzyme, kháng nguyên và hocmon. Thành phần:

+ Albumin: có ở sữa, máu, trứng, thực vật. Đặc điểm: hòa tan trong nước, ngưng tụ bởi nhiệt.

+ Histone: có ở nhân tế bào, ở đây nó gắn với deoxyribonucleic. Đặc điểm: hòa tan trong dung dịch muối và không bị ngưng tụ bởi nhiệt, khi thủy phân cho ra nhiều arginine và lysine.

+ Protamin: là protein kiềm gắn với axit nucleic có nhiều trong tinh trùng của động vật có vú, protamin giàu arginine nhưng không có tyrosine, tryptophan hay axit amin chứa lưu huỳnh.

+ Globulin protein có trong sữa, trứng, máu.

+/ **Protein phức tạp**: loại protein này ngoài các axit amin còn có nhóm không phải protein như glycoprotein, lipoprotein, photphoprotein và chromoprotein.

Glycoprotein là thành phần của niêm dịch có tác dụng bôi trơn, cũng có trong lòng trắng trứng, ovalbumin. Lipoprotein là thành phần chính của màng tế bào. Photphoprotein như casein của sữa và photphovitin của lòng đỏ. Chromoprotein như hemoglobin, cytochrome hoặc flavoprotein.

Về mặt **dinh dưỡng** thức ăn người ta chia protein thành hai loại:

+/ Protein thô: gồm cả protein và các hợp chất chứa nitơ không phải protein. Theo quy ước của ngành thức ăn chăn nuôi và cá, protein thô được tính bằng công thức: **Protein thô = Nx 6,25**

+/ Hợp chất N phi protein: là những hợp chất chứa N nhưng không có cấu trúc protein như axit amin tự do, amin (putresine, histamine, cadaverine...), amid (ure, asparagine, glutamine ...), nitrat, alkaloit (nicotine, cocaine, strichnine, morphine...)

Thức ăn thực vật non chứa nhiều hợp chất nitơ phi protein hơn thực vật trưởng thành (25-30% nitơ tổng số), thức ăn ủ xanh chứa tối đa 50-60% nitơ phi protein, thức ăn hạt chứa 10% nitơ phi protein.

1.2 Vai trò

Protein ngoài vai trò cấu trúc (nguyên liệu tạo các mô và các sản phẩm) còn có những vai trò quan trọng sau:

- Tạo các chất xúc tác (enzyme), hocmon.
- Thực hiện chức năng vận chuyển như hemoglobin.
- Tham gia chức năng cơ giới như collagen.
- Chức năng bảo vệ như kháng thể (antibody).
- Chức năng thông tin như protein thị giác.

- Protein còn có vai trò tạo năng lượng, 1g protein sản sinh ra 4,5 kcal năng lượng (ở cá). Cá là loại **Aminotelic** (**thải amoniac**) khác với động vật có vú là loại **Ureotelic** và chim là **Uricotelic**, đối với các loài này 1g protein chỉ cho 4 Kcal năng lượng.

1.3 -Nhu cầu protein của cá

Người ta chia nhu cầu làm hai loại: nhu cầu duy trì và nhu cầu sản xuất

Nhu cầu protein cho duy trì ở cá cao hơn động vật có vú. Ví dụ: cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) nặng 100g có nhu cầu protein duy trì hàng ngày là 52,1; 69,3 và 97,7 mg/ngày, tương ứng với nhiệt độ môi trường là 10⁰C, 15⁰C và 20⁰C.

Nhu cầu protein cho sản xuất (cho tăng trưởng) cũng cao hơn động vật có vú 4 lần, gà 2 lần và phụ thuộc vào:

- + Loài cá: ví dụ cá rô phi lớn nhanh hơn hai lần so với cá mè hoa.
- + Tính biệt: ví dụ cá chép cái lớn nhanh hơn cá chép đực
- + Tuổi và khối lượng cơ thể: nhu cầu protein tính cho một đơn vị khối lượng cơ thể ở con vật non cao hơn con vật trưởng thành. Thí nghiệm nuôi dưỡng cá giai đoạn cá bột, cá hương và cá lớn (fry, fingerling và yearling fish) thấy rằng nhu cầu protein cao nhất ở giai đoạn fry, sau đó giảm dần ở các giai đoạn sau. Đối với cá hồi, ở giai đoạn fry, protein khẩu phần phải đạt 50%, lúc 6 – 8 tuần giảm còn 40% và 35% ở giai đoạn yearling.
- + Mật độ đàn.
- + Mức độ hoạt động.
- + Yếu tố môi trường: nhiệt độ, ánh sáng, độ mặn, nồng độ O₂, chất độc hoặc chất chuyển hóa (như NH₃ hay nitrite).

Ví dụ: cá hồi yêu cầu khẩu phần chứa 40% protein khi nhiệt độ nước là 8⁰C, nhưng ở nhiệt độ nước 14⁰C nhu cầu protein sẽ là 55% tính trên cơ sở khẩu phần khô.

+ Độ mặn cao thì yêu cầu về protein cũng cao. Ví dụ cá hồi vân yêu cầu protein khẩu phần là 40 và 43,5% khi độ mặn lần lượt là 10⁰/₀₀ và 20⁰/₀₀.

+ Chất lượng protein khẩu phần và cân đối năng lượng: Kanko (1968) đã thấy khẩu phần cá hồi chứa 40% protein sẽ cho tốc độ sinh trưởng tối ưu khi bột cá trắng là nguồn protein chính, nhưng với những khẩu phần giàu năng lượng, protein chỉ cần 30% (chú ý cá hồi sử dụng mỡ tốt hơn carbohydrate). Protein có axit amin cân đối và có tỷ lệ tiêu hoá cao sẽ tạo cho nhu cầu protein thấp hơn so với loại protein không cân đối axit amin.

Do bị những yếu tố trên chi phối cho nên khó có được một hướng dẫn chung về protein cho cả kỳ sinh trưởng của cá. Bảng 2.1 sau đây cho những kết quả nghiên cứu về protein của cá (các thí nghiệm xác định nhu cầu protein của cá thường làm trên cá giống có khối lượng từ 5 - 50g).

1.4- Tỷ lệ năng lượng/protein

Có hai công thức, hoặc là tỷ lệ năng lượng/protein (E/P), hoặc là tỷ lệ protein/năng lượng (P/E) :

$$E/P = \frac{\text{Năng lượng của khẩu phần (KJ hoặc MJ/kg)}}{\text{Protein thô (\%)}}$$
$$\text{Tỷ lệ P/E} = \frac{\text{mg (hoặc g) protein}}{\text{Năng lượng khẩu phần KJ (MJ)}}$$

Tỷ lệ E/P tối ưu cho cá chép là 450-500 (tính theo DE). Như vậy thức ăn với mức 2% thể trọng, DE khẩu phần là 16,9 - 20,1 MJ/kg và protein thô của khẩu phần là 30-42%. Khuyến cáo của NRC về nhu cầu protein của một số loài cá ghi ở bảng 2.2

1.5- Chất lượng protein thức ăn

Protein của các loại thức ăn khác nhau có chất lượng khác nhau, người ta đo chất lượng protein theo các chỉ tiêu sau:

$$+\text{Biological value (BV)} = \frac{\text{Protein tích lũy}}{\text{Protein tiêu hóa}} = \frac{N_{\text{ăn vào}} - (N_{\text{phân}} + N_{\text{nước tiêu}})}{N_{\text{ăn vào}} - N_{\text{phân}}} \times 100$$

$$= \frac{N_{\text{ăn vào}} - (N_{\text{phân}} - N_{\text{trao đổi}}) - (N_{\text{nước tiêu}} - N_{\text{nội sinh}})}{N_{\text{ăn vào}} - (N_{\text{phân}} - N_{\text{trao đổi}})} \times 100$$

Bảng 2.1: Nhu cầu protein một số loài cá (NRC 1993)

<u>Species</u>	<u>% Protein trong khẩu phần</u> (<u>giai đoạn juvenile</u>)
Cá hồi Đại Tây dương	45
Cá da trơn	32 - 36
Cá chép	31 - 38
Cá trắm cỏ	41 - 43
Cá mè hoa	40
Cá hồi vân	40
Cá quả	52
Rô phi xanh	34
Rô phi sông Nil	30
Cá chình Nhật	44,5

Bảng 2.2: Tỷ lệ P/E hoặc E/P cho tăng trưởng tối ưu của một số loài cá (NRC 1993)

Giống loài	Khối lượng (g)	DP (%)	DE (KJ/g)	DP/DE (mg/KJ)	Tác giả
Cá tron Mỹ	526	22,2	9,7	22,7	Page&andrews,1973
	34	28,8	12,8	22,5	Garling&Wilson, 1976
	10	27,0	11,6	23,2	Mangalik, 1986
	266	27,0	13,1	20,5	Mangalik, 1986
	600	24,4	12,8	19,3	Li&Lovell, 1992
Cá rô phi Đài loan	50	30	12,3	24,6	El Sayed, 1987
Cá chép	20	31,5	12,3	25,8	Takeuchi et al., 1979
Cá hồi vân	90	33	15,1	22,0	Cho&Kaushik, 1985
Cá hồi (Salmo gairdneri)	94	42	17,2	25,1	Cho&Woodward, 1989
Cá trê phi	15	40	18,6*	21,5**	Machiels&Henken, 1985
Cá tra	20	32		18,6**	Hung L.T, 1999
Cá basa		28		14,4**	Hung L.T, 1999

*DE: năng lượng tiêu hoá; DP: protein tiêu hoá, *GE: năng lượng thô**CP/GE*

Bảng 2.3 giới thiệu BV của các protein khác nhau thí nghiệm trên cá chép thể trọng từ 50 – 100g với khẩu phần chứa 10% protein.

Bảng 2.3: BV một số protein thức ăn cá (Ogino và Chen 1973)

Protein	BV	Nhận xét
Lòng đỏ trứng khô	89	Xử lý Ethanol và Ete không có vit.C
Cazein	80	
Bột cá trắng	76	
Gelatin	23	
Bột gluten ngô	55	Khử mỡ
Bột đỗ tương	74	
Nấm men từ dầu hỏa	73 - 79	

BV phụ thuộc vào loài, kỹ thuật chế biến. Ví dụ, bột cá hấp 127⁰C trong 3,5 giờ có BV giảm 10 – 20% so với bột cá hấp trong 25 phút.

+Hiệu quả protein (PER: protein efficiency ratio):

$$\text{PER} = \frac{\text{Tăng trọng(g)}}{\text{Protein tiêu thụ(g)}}$$

Hoặc một chỉ tiêu tương tự có tên là *Giá trị protein sản xuất* (*PPV = productive protein value*).

$$\text{PPV} = \frac{\text{Lượng protein của mô đã tăng(g)}}{\text{Protein tiêu thụ(g)}} \cdot 100$$

Ví dụ: Sự liên quan giữa lượng thức ăn cung cấp (tính theo % thể trọng cá), tăng trọng trong 4 tuần (tính theo % thể trọng ban đầu của cá), PER, PPV khi nuôi cá chép con (khối lượng ban đầu là 40g) được trình bày ở bảng 2.4.

Bảng 2.4: Hiệu quả chuyển hóa thức ăn và hiệu quả lợi dụng protein theo các khẩu phần khác nhau

Khẩu phần thức ăn	Tăng trọng%	FCR	PER	PPV
1	19	1,41	1,46	28,2
3	81	1,14	1,80	30,3
5	117	1,41	1,46	22,8
7	128	1,87	1,10	18,1
9	101	2,76	0,74	12,1

+Thang giá trị hóa học (CS: chemical score)

Để xác định CS của một thức ăn nào đó cần biết hàm lượng các axit amin của nó, đem so sánh hàm lượng từng axit amin của thức ăn với hàm lượng axit amin tương ứng của trứng gà từ đó tính CS.

Ví dụ: Tỷ lệ % của lysine lúa mì so với lysine của trứng gà:

$$(2,7/7,2) \times 100 = 37,5\%$$

CS của lizin lúa mì: $37,5 - 100 = - 62,5$

Bảng 2.5: CS của lúa mì

Axit amin	% lúa mì	% trứng	Chemical score
Arg	4,2	6,7	- 37,31
Hist	2,1	2,7	- 22,22
Lys	2,7	6,8	- 60,29
Trip.	1,2	1,9	- 36,84
Phe.ala	5,7	5,4	5,55
Met	2,5	3,3	- 24,24
Met + cyst	4,3	5,5	- 21,81

Thrê	3,3	5,5	- 40,00
Leu	6,8	8,5	- 20,00
Isoleu	3,6	7,0	- 48,57
Val	4,5	8,2	- 45,12

+Chỉ số axit amin quan trọng (EAAI = Essential Amino Acid Index)

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100.a_1}{ae_1} \times \frac{100.a_2}{ae_2} \times \dots \times \frac{100a_n}{ae_n}}$$

$a_1 \dots a_n$: axit amin của protein thức ăn(g/100g protein)

$ae_1 \dots ae_n$: axit amin của protein trứng gà(g/100g protein)

2-AXIT AMIN

Axit amin là thành phần của protein. Protein tự nhiên có khoảng 23 axit amin. Có hai loại axit amin, axit amin thiết yếu và không thiết yếu. Đối với tôm và cá có 10 loại axit amin được coi là thiết yếu.

2.1 : Các axit amin thiết yếu

Bảng 2.6 : Các axit amin thiết yếu của tôm và cá

Axit amin thiết yếu (Indispensable amino acids)	Axit amin không thiết yếu (Dispensable amino acids)
Arginine (Arg)	Alanine
Histidine (Hist)	Acid aspatic
Isoleucine (Isoleuc)	Acid glutamic
Leucine (Leu)	Glycine
Lysine (Lys)	Proline, Hydroxyproline

Methionine (Met)	Cystine
Phenylalanine (Phe.ala)	Tyrosine
Threonine (Thre)	Serine
Tryptophan (Tryp)	Ornithine
Valine (Val)	

Chú ý:

1/-Phenylalanine có thể được thay thế một phần bằng tyrosine (thay thế được 5% phenyl alanine ở cá channel catfish).

2/-Cystine có thể thay thế một phần (60%) methionine, thí nghiệm ở cá channel catfish.

2.2- Nhu cầu axit amin :

Nhu cầu axit amin của cá ghi ở bảng 2.7, các số liệu trong bảng cho thấy:

- Nhu cầu arginine của nhóm cá hồi giai đoạn fry gần giống như gà nhưng lớn hơn của lợn và chuột rất nhiều. Ở động vật có vú và ở gia cầm, cơ thể có thể tự đáp ứng được một phần arginine nhưng cá thì không. Nhu cầu arginine của cá nước mặn thấp hơn cá nước ngọt. ***Không có sự đối kháng arginine - lysine ở cá.***

- Nhu cầu histidine cho sinh trưởng của hồi giai đoạn fry là 0,7% tính theo chất khô khẩu phần (1,6g/16gN). Histidine được dùng để hình thành dipeptit carnosine và anezine. Khử cacboxyl histidine thành histamine.

Khẩu phần ăn cá hồi (O. mykiss) có nhiều histamine làm cho thành dạ dày bị loét giống ở gia cầm.

- Nhu cầu isoleucine ở nhóm cá hồi giai đoạn fry phụ thuộc vào hàm lượng leucine trong khẩu phần, tăng isoleucine thì cũng tăng nhu cầu leucine. Mối tương tác giữa isoleucine và leucine cũng thấy ở cá channel catfish.

Bảng 2.7 : Nhu cầu axit amin một số loài cá (% vật chất khô)

Axit amin	Cá chép	Cá rô phi	Cá chình (<i>Anguilla japonica</i>)	Cá trôn (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Cá hồi (<i>Salmo ghyrdneri</i>)
Arginine	1,6	1,18	1,7	1,0	1,4
Histidine	0,8	0,48	0,8	0,4	0,64
Isoleucine	0,9	0,87	1,5	0,6	0,96
Leucine	1,3	0,95	2,0	0,8	1,76
Lysine	2,2	1,43	2,0	1,2	2,12
Methionine	1,2 ^a	0,75 ^c	1,2 ^a	0,6	0,72 ^f
Phenylalanine	2,5 ^b	1,05 ^d	2,2 ^b	1,2 ^e	1,24
Threonine	1,5	1,05	1,5	0,5	1,36
Tryptophan	0,3	0,28	0,4	0,12	0,3
Valine	1,4	0,78	1,5	0,71	1,24

Ghi chú bảng 2.7

a: không có cystine; b: không có tyrosine, nếu có, tyrosine chiếm 1% nhu cầu phenylalanine; c: có 0,15% cystine; d: có 0,5% tyrosine; e: có 0,3% tyrosine; f: có cystine

- Đối với cá hồi giai đoạn fry, 1,9% lysine/CK khẩu phần (4,8g/16gN) sẽ cho sinh trưởng tốt, nhưng để có sinh trưởng và hiệu quả lợi dụng thức ăn cao thì lysine cần 2,5%. Nhu cầu lysine của cá hồi (*O. mykiss*) giai đoạn fry thì cao hơn (6,1g/16gN hay 9g/kg khẩu phần), các giai đoạn sau thì mức

lysine tối thiểu là 25 - 30g/kg khẩu phần. Cung cấp lysine thiếu sẽ dẫn đến nghèo sinh trưởng, thối loét vây và chết.

- Axit amin chứa S rất quan trọng đối với dinh dưỡng cá, methionine có nhiều trong protein động vật nên những khẩu phần có quá ít protein động vật, sinh trưởng của cá giảm mạnh. Đối với cá hồi (*O. mykiss*) sinh trưởng sẽ thoải mái khi khẩu phần chứa methionine + cystine ít nhất là 13 - 15g/kg CK khẩu phần (0,85 - 1,05% khẩu phần).

- Thiếu methionine (không thiếu cystine) dẫn đến viêm cata thuỷ tinh thể mắt, giảm sinh trưởng. Thuỷ tinh thể bị đục sau 2 - 3 tháng tùy theo mức độ thiếu. Tuy nhiên thừa methionine cũng dẫn đến ức chế sinh trưởng.

- Threonine: nhu cầu của cá hồi (*O. mykiss*) đối với axit amin này là 1,2%/CK khẩu phần (3g/16gN), hàm lượng cao hơn làm giảm sinh trưởng.

- Tryptophan: thiếu làm tăng scoliosis ở nhóm cá hồi (scoliosis là bệnh biến dạng cột sống do thiếu serotonin). Scoliosis có thể liên quan đến mức serotonin ở não. Cho uống serotonin - creatinsulphate (0,25 - 3g/kg khẩu phần) giảm sự biến dạng cột sống của cá hồi giai đoạn fry, nhưng không ngăn ngừa được bệnh (chú ý ở cá da trơn không thấy có sự quan hệ giữa scoliosis với tryptophan.). Ở nhóm cá hồi, thiếu tryptophan gây viêm cata thuỷ tinh thể mắt. Hiện tượng này xảy ra nghiêm trọng khi nhiệt độ giảm thấp (từ 20°C xuống 10°C).

2.3- Vấn đề bổ sung axit amin công nghiệp vào khẩu phần

Cá chép non, *cyprius carpio* không thể sinh trưởng được trên khẩu phần mà protein được thay thế bằng hỗn hợp axit amin có thành phần tương tự.

Cá da trơn cũng không lợi dụng được axit amin tự do bổ sung vào khẩu phần. Khẩu phần bột cá được thay bằng đồ tương bổ sung thêm methionine, cystine hay lysine và hầu hết những axit amin hạn chế không nâng cao được tăng trọng.

Tăng arginine vào khẩu phần gelatin của da trơn từ 11g lên 17g/kg làm tăng trọng nâng lên rõ rệt, nhưng thêm arginine, cystine, tryptophan hay methionine vào khẩu phần casein không làm thay đổi tăng trọng và hiệu suất sử dụng thức ăn.

Tuy nhiên họ cá hồi (salmonids) lại có thể sử dụng được axit amin tự do cho sinh trưởng. Khẩu phần zein - gelatin bổ sung lysine, tryptophan thấy sinh trưởng tăng rõ rệt so với khẩu phần này không bổ sung 2 axit amin trên.

Câu hỏi ôn tập:

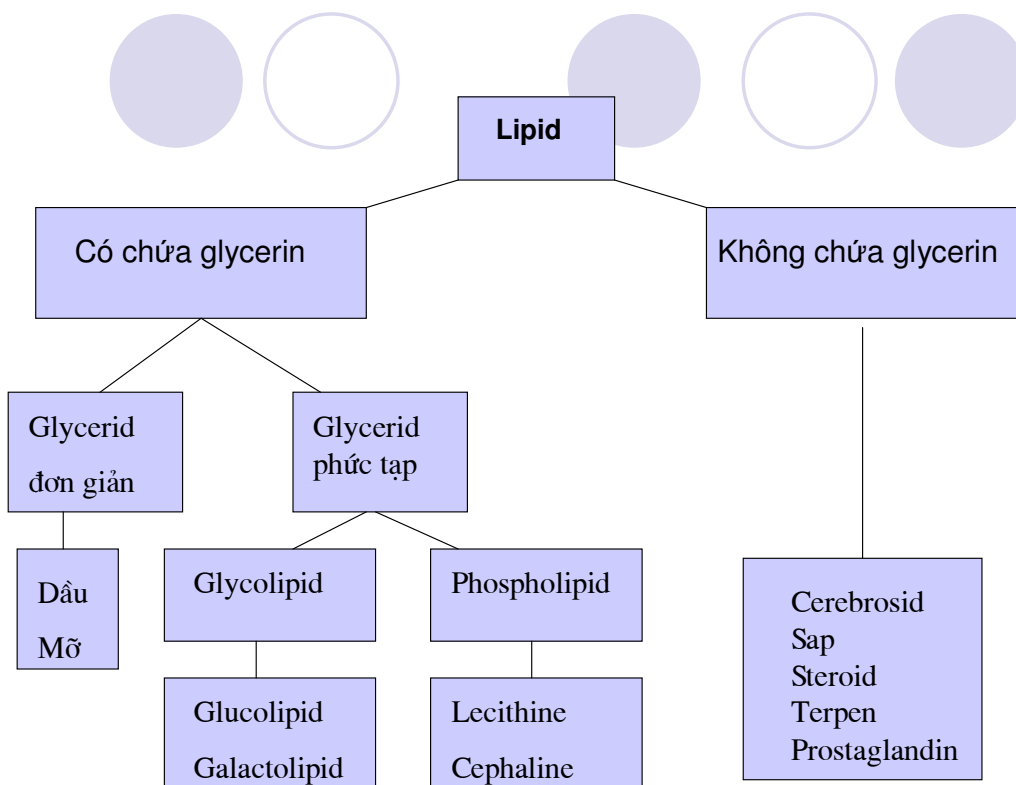
1. Nhu cầu protein phụ thuộc vào những yếu tố nào ? Cho biết nhu cầu protein của một số loài cá.
2. Công thức tính BV, PER, CS, EAAI.
3. Kể tên 10 axit amin thiết yếu đối với tôm và cá, nhu cầu các axit amin này, vai trò axit amin thiết yếu đối với cá

Chương 3

DINH DƯỠNG LIPID

1- Phân loại

Theo MacDonald et al. (2002), lipid được phân loại như sau:



1.1- Dầu mỡ :

Dầu mỡ là este của glycerol và acid béo, khi cả ba nhóm glycerol được este hoá bởi acid béo sẽ tạo ra triacylglycerol (hay còn gọi là triglyceride)

1.2- Phospholipid :

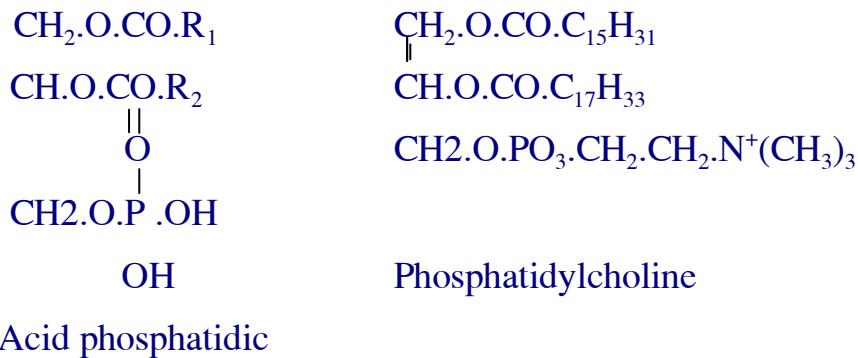
Phospholipid là este của acid béo với acid phosphatidic. Phospholipid là thành phần của lipoprotein trong màng sinh học, nó phân bố rất rộng, đặc biệt có

nhiều ở tim, thận và mô thần kinh. Ví dụ : Myelin của dây thần kinh chứa tới 55% phospholipid ; trứng và đồ tương cũng chứa khá nhiều phospholipid.

Phospholipid được phân thành hai nhóm tùy theo trong cấu trúc có chứa gốc glycerol hay gốc sphingosyl.

Glycerolphospholipid gồm phosphatidyl cholin (PA, còn có tên là lecithin), phosphatidyl ethanolamine (PE, còn có tên là cephalin), phosphatidyl inositol (PI), phosphatidyl serine (PS), phosphatidyl glycerol (PG).

Sphingolipid phổ biến nhất là sphingomyelin.



1.3- Glycolipid

Glycolipid là hợp chất lipid chứa đường glucose hay galactose. Cerebroside có nhiều trong mô não và sphingosine.

1.4- Steroids

Steroids bao gồm những hợp chất sinh học như sterol, acid mật, hocmon adrenal và hocmon sinh dục, chúng có một đơn vị cấu trúc cơ bản gồm nhân phenanthrene liên kết với vòng cyclopentane.

+ Sterol : có 3 loại là phytosterols (nguồn thực vật), mycosterols (nguồn nấm) và zoosterols (nguồn động vật). Phytosterol và mycosterol không hấp thu được ở ruột động vật và không thấy có trong mô động vật.

Cholesterol là một zoosterol có trong tất cả các tế bào động vật, đặc biệt có nhiều trong não (170g/kg chất khô). Nó cũng là một thành phần chính của màng tế bào động vật, có vai trò quan trọng trong việc điều khiển độ nhớt (fluidity).

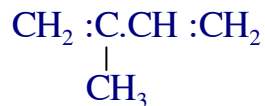
Cholesterol cũng là tiền chất của các steroids khác như hormone sinh dục, hormone của tuyến vỏ thượng thận (estrogen, androgen, progesterol, aldosterone, corticosterone) và acid mật. Nồng độ bình thường của cholesterol trong máu là 1,3 - 2,6 g/lit. Vì cholesterol có độ hoà tan rất thấp, khi có nhiều trong máu trong thời gian dài chúng sẽ tích tụ trên vách thành mạch, dần dần cứng lại tạo thành những mảng xơ vữa. Đây chính là nguyên nhân của bệnh cao huyết áp và tim mạch.

1.5- Sáp

Sáp là este của một acid chuỗi dài và một gốc rượu chuỗi dài. Ở một số loài cá như cá sụn, sáp là một thành phần đáng kể của lipid và những loài cá nhỏ thường có khả năng sử dụng sáp như là một nguồn năng lượng.

1.6- Terpenes

Terpenes được tạo nên từ những đơn vị isoprene liên kết với nhau thành chuỗi thẳng hay vòng. Isoprene là hợp chất 5 cacbon có công thức :



Nhiều isoprene thấy trong thực vật có mùi vị rất mạnh, chúng là thành phần của dầu long não ; ở động vật isoprene có trong coenzyme như coenzyme nhóm Q.

1.7- Eicosanoids

Eicosanoids là một nhóm của các hợp chất prostaglandins, thromboxanes và prostacyclins sinh ra trong quá trình chuyển hoá những acid béo chưa no C₂₀ (tiền của tất cả các chất này là acid prostanoic).

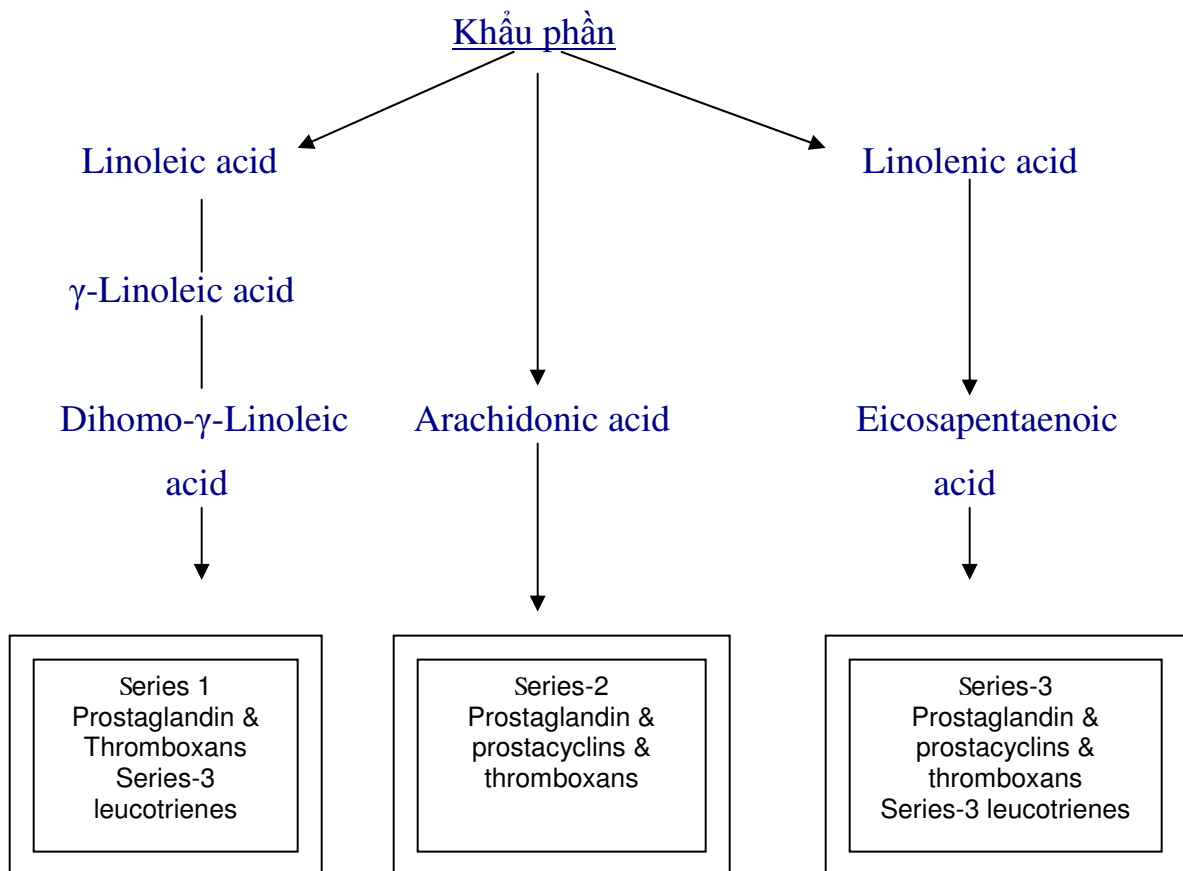
Prostaglandins và dẫn chất của chúng ảnh hưởng đến sự co của cơ trơn, ngưng tụ tiểu cầu, huyết áp động mạch ; chúng ức chế sự tiết dịch dạ dày và giải phóng acid béo từ mô mỡ và là chất gây viêm. Thromboxanes là chất kích thích mạnh sự ngưng kết tiểu cầu còn prostacyclins là một trong các chất ức chế sự ngưng kết

tiểu cầu. Thromboxanes là chất gây co mạch còn prostacyclins là chất gây giãn mạch. Sản phẩm chuyển hoá của eicosanoids là acid eicopentaenoic có tác dụng điều hoà sự sản sinh eicosanoids từ acid arachidonic. Acid này có trong dầu cá và nhờ nó mà tỷ lệ bệnh tim mạch của ngư dân sống trên biển rất thấp.

Prostaglandins thường ở dưới dạng PGE₂ được dùng để gây động dục hàng loạt ở gia súc nhằm điều khiển thời gian đẻ của chúng.

Nhóm hợp chất eicosanoidcos liên quan với các acid béo được thể hiện ở sơ đồ 5.1.

Sơ đồ 5.1: Mối liên hệ giữa các acid béo và nhóm eicosanoid



2. Chức năng lipid

+ Cung cấp và dự trữ năng lượng : Là nguồn năng lượng chính của động vật, 1g lipid cho 9,1 Kcal GE hoặc 8Kcal DE.

Khẩu phần cá vùng nước lạnh (coldwater fish) cần nhiều lipid hơn cá vùng nước ấm (warmwater) vì năng lực sử dụng carbohydrate để lấy năng lượng kém hơn.

Takeuchi et.al. (1978) cho biết sinh trưởng của cá hồi vân (rainbow trout) không bị ảnh hưởng khi protein khẩu phần giảm từ 48% xuống 35% nếu lipid tăng từ 15% lên 20%.

Như vậy, khi xây dựng khẩu phần cho tôm và cá không chỉ đảm bảo cân đối tỷ lệ P/E mà còn cần có một tỷ lệ lipid nhất định (đối với nhiều loài cá tỷ lệ này là từ 20% trở lên). Tuy nhiên quá nhiều lipid có thể làm mất cân bằng E/P và thừa mỡ tích lũy ở mô và phủ tạng.

Steffens et.al. khảo sát ảnh hưởng của việc bổ sung thêm dầu vào khẩu phần cá hồi vân đã thấy sinh trưởng và chuyển hoá thức ăn của cá tăng lên khi lipid khẩu phần tăng từ 4,7% lên 9%, các loại dầu khác nhau cũng cho kết quả khác nhau (xem bảng 5.3).

Mức lipid tối đa trong thức ăn của cá nước ngọt thường thấp hơn cá biển, mức này đối với cá chép là 12-15%, rô phi <10%, trê phi và cá trôn Mỹ 7-10% ; cá hồi 18-20%, cá chêm 13-18%, cá mú 13-14%, cá vền biển 12-15%.

+ Cấu tạo màng tế bào :

Phospholipid là thành phần quan trọng của màng tế bào. Những tổn thương màng tế bào thường do những gốc acid béo trong phospholipid bị oxy hoá cho ra những peroxid đầu độc màng tế bào, phong toả việc sản sinh enzyme trong tế bào, đặc biệt là những enzyme chuyển hoá năng lượng, từ đó làm rối loạn sự chuyển hoá.

+ Vận chuyển các chất tan trong lipid :

Lipid là dung môi hoà tan các vitamin A D E K, khẩu phần nghèo lipid sẽ dẫn đến sự hấp thu cũng như sự vận chuyển những vitamin này trong dịch bào bị cản trở.

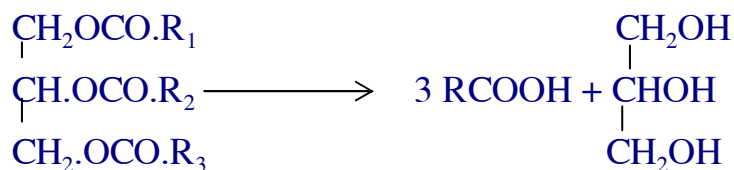
Bảng 5.3: Ảnh hưởng của bổ sung dầu đến tăng trọng và FCR của cá

	<i>Không thêm dầu</i>	<i>Dầu hướng dương</i>	<i>Dầu gan cá thu</i>	<i>Dầu cá</i>
Khẩu phần:				
- Mỡ %	4,7	9,0	8,9	8,2
- Protein %	40,1	38,2	38,3	38,6
Thể trọng ban đầu (g)	35,5	35,2	39,6	34,2
Thể trọng cuối (g)	127,7	169,6	169,1	141,1
Tăng %	261	382	324	313
FCR (kg/kg tăng trọng)	1,98	1,28	1,46	1,57

3. Vai trò dinh dưỡng của acid béo

3.1. Ký hiệu hoá học của acid béo trong dinh dưỡng cá

Mỡ là những triglyxerid, khi thủy phân mỡ cho acid béo và glyxerol.



Có hai loại acid béo, đó là acid béo no và chưa no. Ví dụ:

Axit béo no:

Lauric acid: $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-COOH}$ kí hiệu 12: 0

Palmitic acid: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$ kí hiệu 16:0

Ở ký hiệu 12:0 thì số đầu biểu thị số lượng cacbon, số thứ 2 là số lượng nối đôi trong chuỗi C, số 0 có nghĩa là không có nối đôi.

Acid béo chưa no:

Oleic acid: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ ký hiệu 18:1 ω 9

Số đầu là số lượng nguyên tử C trong phân tử, số thứ hai là số lượng nối đôi, số thứ ba sau chữ ω là vị trí nối đôi tính từ nhóm CH_3 ở đầu chuỗi (*có thể thay ký hiệu ω bằng n*).

Linoleic acid:



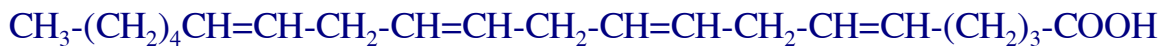
18:2 ω 6,9

Linolenic acid:



18:3 ω 3, 6, 9

Arachidonic acid:



20:4 ω 6, 9, 12, 15

Dựa vào vị trí nối đôi đầu tiên so với gốc methyl, các acid béo được xếp vào các họ sau:

Palmitoleic acid (n7): 16:1n7 \rightarrow 18:1n7

Oleic acid (n9): 18:1n9 \rightarrow 20:1n9

Linoleic acid (n6): 18:2n6 \rightarrow 18:3n6 \rightarrow 20:3n6 \rightarrow 20:4n6 \rightarrow 22:4n6

Linolenic acid (n3): 18:3n3 \rightarrow 20:5n3 \rightarrow 22:5n3 \rightarrow 22:6n3

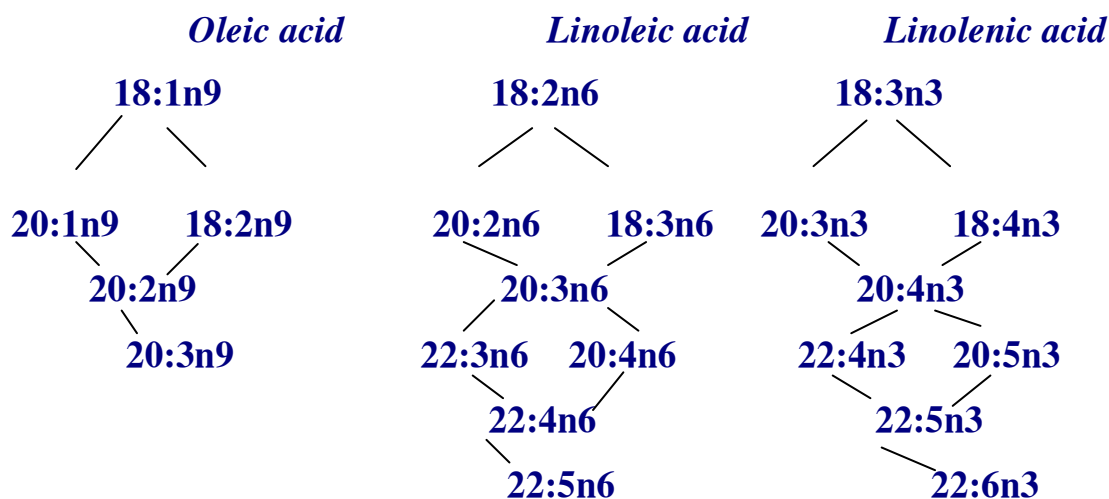
3.2- Sinh tổng hợp các axit béo của động vật thủy sản

Tất cả động vật đều có thể tổng hợp được các acid béo no chuỗi dài từ acetat:



Tất cả các loài động vật cũng tổng hợp được các axit béo chưa no bằng cách thêm những nối đôi vào phía đầu chuỗi chứa nhóm cacboxyl **nhưng không có thể thêm những nối đôi vào phía đầu chuỗi chứa nhóm methyl (trừ thực vật)**.

Sơ đồ sinh tổng hợp các axit béo trên cá và động vật thủy sản như sau:



Như vậy, các acid béo họ *n5*, *n7*, *n9* có thể được cá sinh tổng hợp từ các tiền chất là các acid béo no, các họ *n3* sinh ra từ tiền chất là acid linolenic (18:3n3) và các họ *n6* sinh ra từ tiền chất là acid linoleic (18:2n6), các tiền chất này không có trong cơ thể mà hoàn toàn phải lấy từ thức ăn.

Như vậy hai acid béo linolenic và linoleic là hai acid béo thiết yếu. Xem thêm sơ đồ 5.3 biểu thị những con đường tạo acid béo chưa no và kéo dài chuỗi carbon từ tiền chất là acid linolenic và acid linoleic của Dave A.Higgs và Faye M.Dong (2000) cuối chương.

Các acid linolenic và linoleic nằm trong nhóm **PUFA** (polyunsaturated fatty acid) còn những acid béo nằm trong hai họ trên nhưng có chuỗi carbon dài trên 20 và có số nối đôi là 3 hay trên 3 như arachidonic acid (20:4n6), EPA (20:5n3) và DHA (22:6n3) được gọi là **HUFA** (highly unsaturated fatty acid).

Tóm lại, HUFA là những acid béo trong PUFA có chuỗi carbon dài ≥ 20 với số nối đôi từ 3 trở lên.

3.3- Các yếu tố ảnh hưởng đến thành phần acid béo trong động vật thủy sản

+ Độ mặn: Cá nước ngọt chứa nhiều acid béo C16 và C18 trong khi cá nước biển chứa nhiều acid béo có chuỗi carbon dài hơn như C20 và C22. Ngoài ra cá biển chứa một tỷ lệ cao các họ acid béo n3 hơn họ n6 so với cá nước ngọt. Tỷ lệ n6/n3 thay đổi từ 0,34 và 0,15 lần lượt đối với cá nước ngọt và cá nước biển. Tỷ lệ n6/n3 cũng thấy khác nhau đối với loài cá di cư từ biển vào sông hay ngược lại (bảng 5.4).

Bảng 5.4: Thành phần của acid béo thay đổi khi cá di cư

Axit béo	Plecoglossus altivelis				Onchorhynchus masu			
	biển		→ nước ngọt		nước ngọt		→ biển	
	TG	PL	TG	PL	TG	PL	TG	PL
A.no	34,9	31,8	35,1	53,8	31,9	37,5	31,0	36,0
Mono	27,4	16,1	32,0	35,9	18,6	18,6	43,1	19,2
n6	4,4	2,2	7,2	3,2	4,0	4,0	23,0	1,5
n3	31,7	49,4	23,9	6,9	39,8	39,8	23,2	43,1
n6/n3	0,14	0,04	0,30	0,46	0,10	0,10	0,10	0,03

+ Nhiệt độ: Cá vùng ôn đới thường chứa nhiều PUFA trong thành phần acid béo hơn cá vùng nhiệt đới, tỷ số n6/n3 giảm theo sự giảm nhiệt độ.

+ Thức ăn: Tỷ lệ acid béo n6/n3 thay đổi rất lớn theo tỷ lệ n6/n3 của thức ăn. Khi cho cá ăn thức ăn chứa nhiều n6 như mỡ bò, dầu thực vật, cá có khuynh hướng thay đổi tỷ lệ n6/n3 trong cơ thể bằng cách tăng tỷ lệ n6/n3 và ngược lại khi cho cá ăn thức ăn giàu acid béo n3.

Cá có khả năng điều hoà số lượng acid béo trong cơ thể, tuy nhiên người ta thấy rằng một khi có lượng acid béo dư thừa nó có thể ức chế sự hấp thu và tích lũy các acid béo khác. Acid béo 18:2 có thể ngăn cản sự tích lũy và sử dụng acid béo 16:1 và 18:1. Như vậy thành phần acid béo trong cơ thể là kết quả của sự điều chỉnh cân bằng giữa acid béo thức ăn và acid béo tổng hợp từ các nguồn chất trong cơ thể.

+ Mùa vụ: Thành phần acid béo trong cá thay đổi theo mùa. Lượng lipid tổng số và chỉ số iốt của dầu cá mòi hạ thấp nhất vào tháng giêng và tăng cao vào tháng sáu hàng năm.

3.4-. Vai trò và nhu cầu của axit béo thiết yếu

+ Vai trò dinh dưỡng: thiếu EFA có thể gây những rối loạn sau: Thối loét vẩy, vây, tăng tỷ lệ tử vong, viêm cơ tim, giảm khả năng sinh sản (cá chép, cá hồi, cá tráp), giảm sinh trưởng, giảm sự ham ăn, giảm tiêu thụ thức ăn.

Khẩu phần ăn của cá hồi vân nghèo acid béo họ omega-3 đã thấy có triệu chứng: tỷ lệ chết cao, hàm lượng nước trong cơ cao làm cho cơ nhão, vây đuôi dễ bị thối loét do vi khuẩn *Flexibacterium sp.*, hemoglobin và số lượng hồng cầu giảm, gan sưng, nhiễm mỡ, khả năng sinh sản giảm (tỷ lệ nở và tỷ lệ sống của ấu trùng giảm).

Trong quá trình phát triển của trứng và ấu trùng cá, triglycerid và phospholipid là nguồn năng lượng chính và acid béo họ n3-HUFA giữ một vai trò

quan trọng. Khẩu phần thiếu họ acid béo này, tỷ lệ chết tăng cao trong vòng 19 ngày (thí nghiệm trên cá tráp). Cũng trên loài cá này Fernandez Palacios et al., (1995) báo cáo rằng khẩu phần chứa một nồng độ tối ưu n3-HUFA trong 3 tuần sẽ làm cho chất lượng sinh sản, bao gồm tỷ lệ đẻ, độ nở và chất lượng ấu trùng được cải thiện rõ rệt.

Tuy nhiên cần chú ý rằng khẩu phần thừa n3-HUFA hay tỷ lệ EPA (eicosapentaenoic acid- 20 :5n3), DHA và AA (arachidonic acid) không thích hợp có ảnh hưởng xấu đến tất cả khả năng sinh sản của tôm và cá.

Thành phần acid béo khẩu phần cũng có ảnh hưởng đến khả năng miễn dịch của cơ thể. Trong một nghiên cứu trên cá hồi, Thomson et al., (1996) đã thấy rằng khẩu phần đầy đủ acid béo n3 nhưng tỷ lệ n3/n6 thấp thì sức đề kháng với vi khuẩn *Aeromonas salmonicida* và *Vibrio anguillarum* kém hơn khẩu phần có tỷ lệ n3/n6 cao.

+ Nhu cầu acid béo thiết yếu (EFA) của cá:

Nhu cầu EFA của cá khác nhau theo loài và cho đến nay cũng chưa được hiểu biết một cách đầy đủ, bảng 5.5 giới thiệu nhu cầu acid béo thiết yếu của một số loài cá.

Bảng 5.5: Nhu cầu các axit béo quan trọng (EFA) của cá

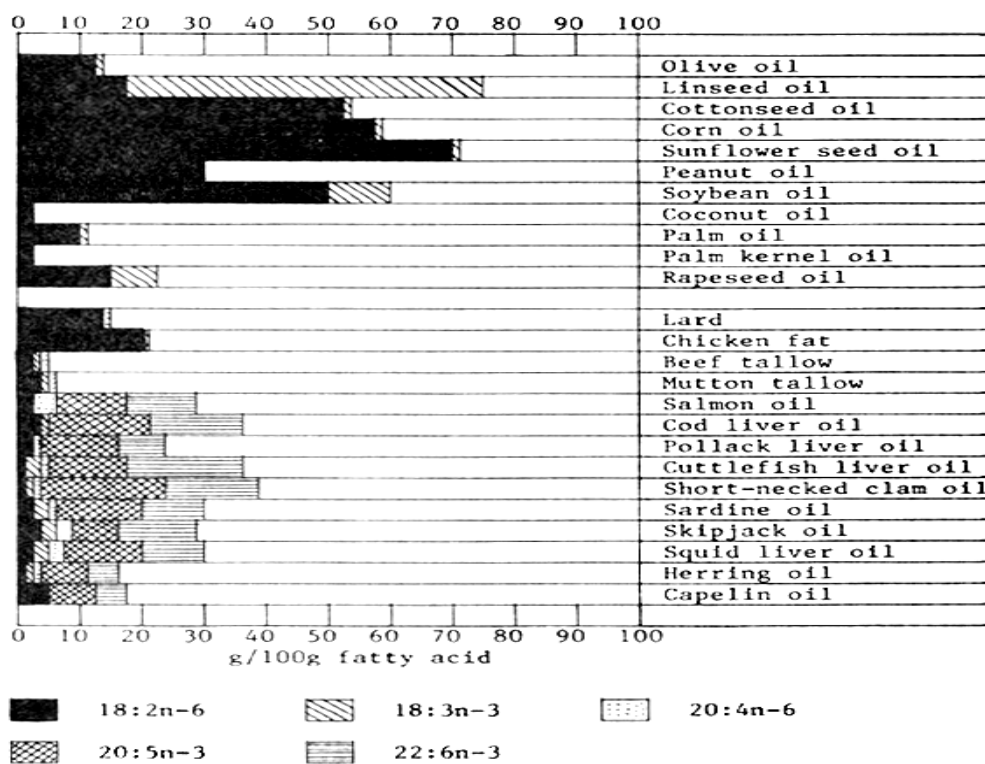
<i>Loài</i>	<i>Nhu cầu EFA</i>	<i>Tham khảo</i>
<u>CÁ NƯỚC NGỌT</u> Ayu	1% linoleic acid hay 1% EPA	Kanazaw et al. (1982) Sato et al. (1989)
Da trơn (Channel catfish)	1-2% linoleic acid hay 0,5-0,75 EPA và DHA	Takeuchi & Watanabe (1982) Yu & Sinnhuber (1979)
Cá hồi Chum (Chum salmon)	1% linoleic acid và 1% linolenic acid	Watanabe et al. (1975), Takeuchi & Watanabe

Cá hồi Coho	1-2,5%linolenic acid	(1977) Takeuchi et al. (1980)
Cá chép	1% linoleic acid và 1linolenic acid 0,5 linoleic acid và 0,5% linolenic acid	Gastell et al. (1972)
Cá chình (Japanese eel)	1% linolenic acid 0,8% linolenic acid	Watanabe et al. (1974) Takeuchi&Watanabe(1977)
Cá hồi (Rainbow trout)	20% lipid dưới dạng linolenic acid hoặc 10% lipid dưới dạng EPA và DHA	Takeuchi et al. (1983)
Rô phi Nile	0,5% linoleic acid	Kanazawa et al. (1980)
Rô phi Zillii	1% linoleic acid hay 1% arachidonic acid	Webster & Lovell (1990)
<u>CÁ BIỂN</u> Cá tráp hồng	0,5% EPA và DHA	Yone et al. (1971)
Cá pecca (rô biển)	0,5% EPA và DHA hay 0,5% EPA	Buranapanidgit et al(1989)
Cá sọc vằn Cá bơn	1% EPA và DHA 1,7% EPA và DHA hay 1,7% DHA	Watanabe et al. (1989) Gatesoupe et al. (1977)
Cá cam	0,8% EPA và DHA 2% EPA và DHA	Deshimaru and Kuroki (1983)

+ Nguồn thức ăn giàu EFA:

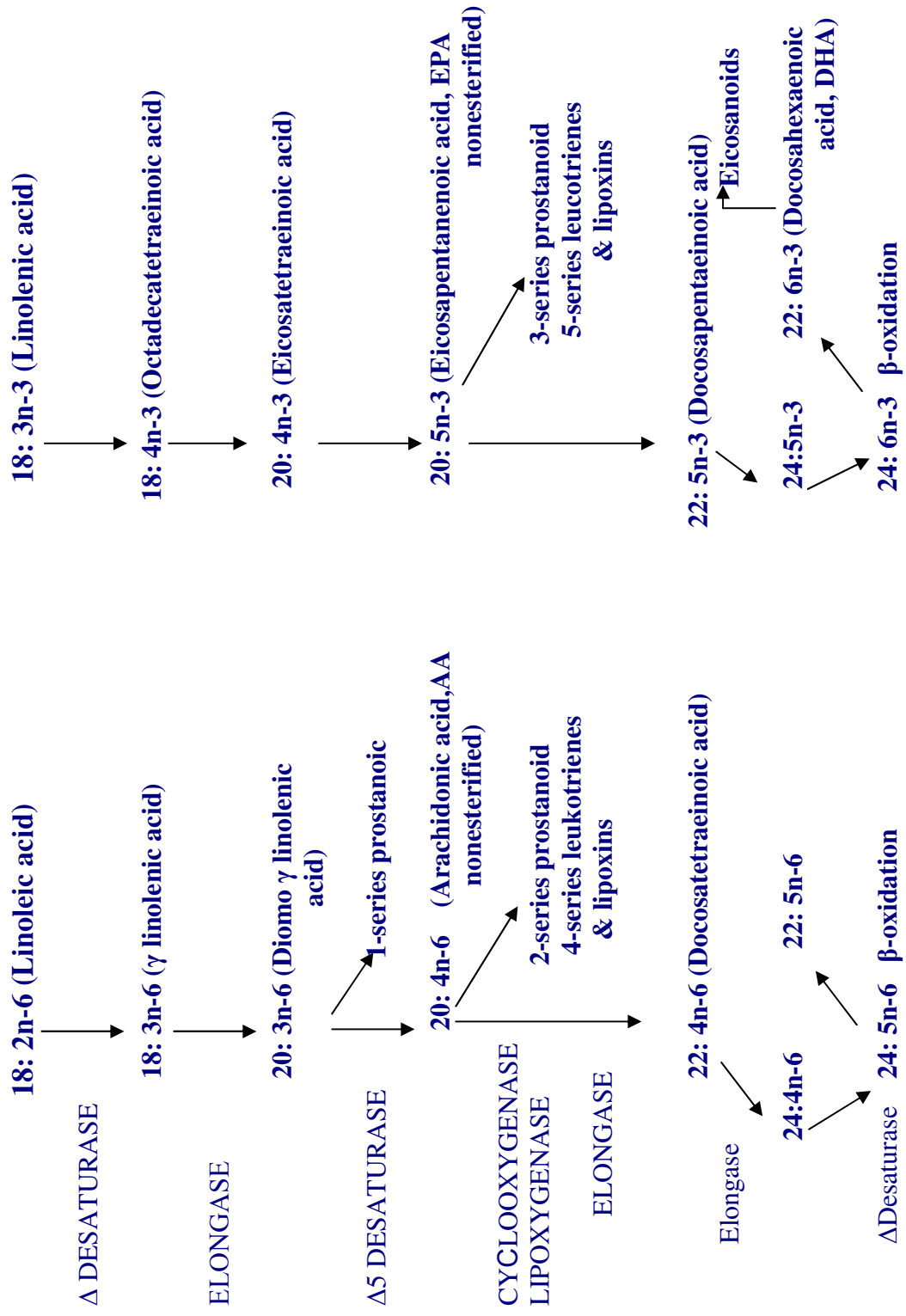
Nói chung dầu thực vật như dầu lạc, dầu bông, dầu ngô, dầu dừa, dầu cải dầu, dầu đỗ tương giàu acid béo omega-6, chỉ có dầu lanh là giàu acid béo omega-3. Các loại mỡ động vật như mỡ lợn, bò, cừu giàu acid béo omega-6, chỉ có dầu mỡ cá biển là nguồn thức ăn dồi dào acid béo omega-3 (bảng 5.6). Các loại phytoplankton như vi tảo và zooplankton như luân trùng (rotifer), artemia... rất giàu PUFA như linolenic acid, EPA và DHA là nguồn thức ăn rất quan trọng của ấu trùng tôm và cá (xem chương X, thức ăn tự nhiên).

Bảng 5.6: Hàm lượng các PUFA trong dầu và mỡ



HẦU HẾT DẦU THỰC VẬT, CÁ NƯỚC NGỌT

MỘT VÀI LOẠI DẦU THỰC VẬT, CÁ BIỂN



Sơ đồ 5.3: Con đường chuyển hoá axit béo họ n6 và n3 (Dave A.Higgs và Faye M.Dong (2000))

Câu hỏi ôn tập :

1/ Vai trò của lipid đối với cá.

2/ Phân loại, cách gọi tên và kí hiệu của acid béo no và không no.

3/ Phân biệt acid béo thiết yếu (EFA), PUFA (polyunsaturated fatty acid) và HUFA (highly unsaturated fatty acid).

4/ Đặc điểm chuyển hóa acid béo của cá. Từ acid béo oleic (omega-9), acid béo linoleic (omega-6) và acid linolenic (omega-3) sẽ cho những acid béo nào trong họ omega-9, omega-6 và omega-3.

5/Vai trò dinh dưỡng của acid béo omega-3, tầm quan trọng của tỷ lệ acid béo omega-6/omega-3 trong khẩu phần cá

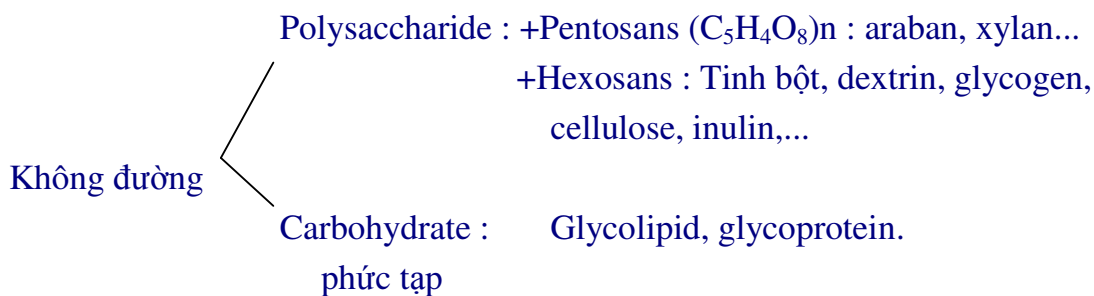
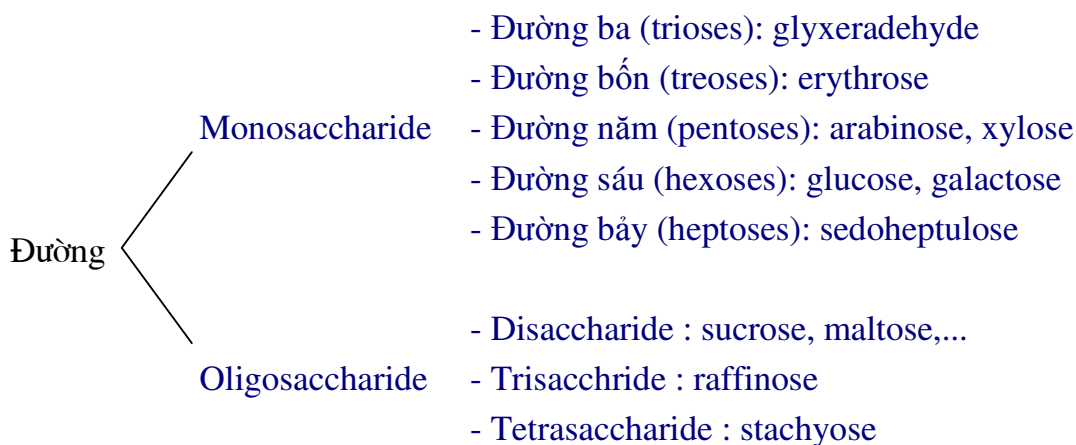
Chương 4

NHU CẦU CARBOHYDRATE CỦA CÁ

1. PHÂN LOẠI

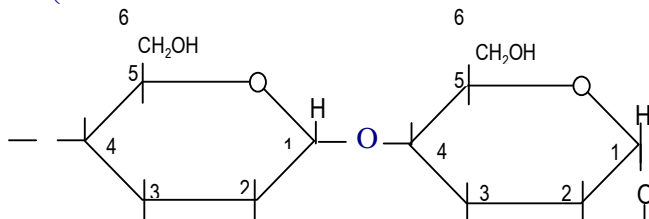
Carbohydrate là các hợp chất chứa CHO, có rất nhiều trong thực vật. Công thức chung $(CH_2O)_n$ hay $C_x(H_2O)_y$

Phân loại

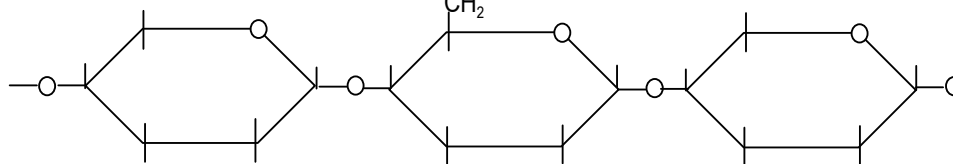


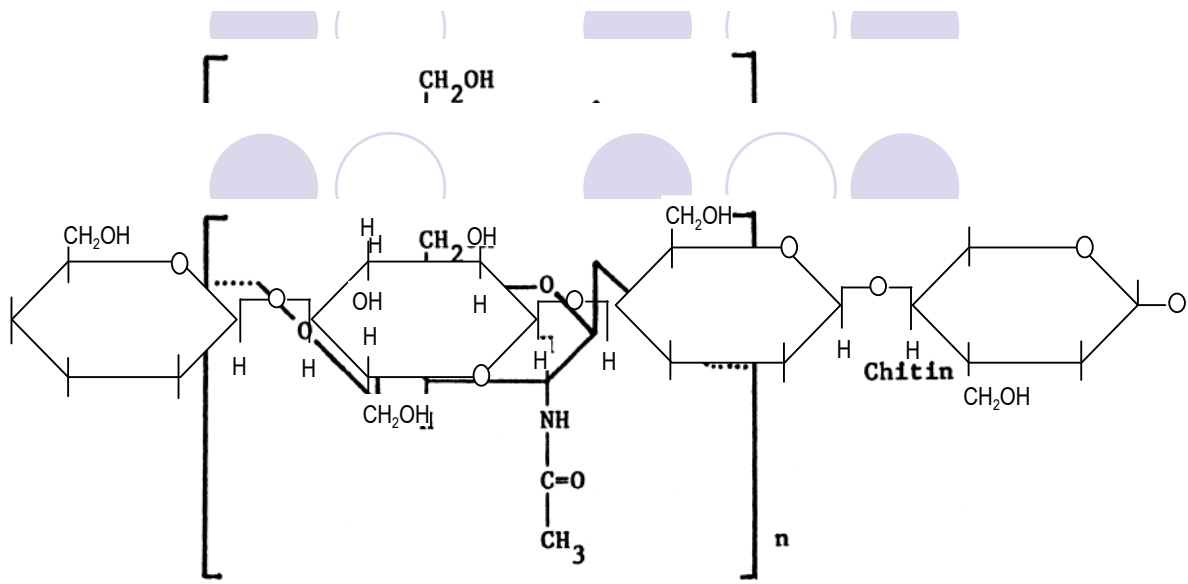
Công thức phân tử tinh bột (*dây nối với α glucozit 1-4 và 1-6*)

Amylose

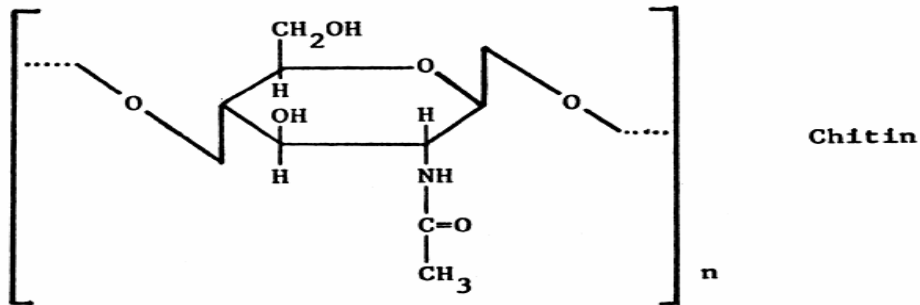


Amylopectin





N-acetyl-D-glucosamine joined together by α -1,4 linkages



Chitin là polymer của N-acetyl-D- glucosamine, có nhiều ở côn trùng, giáp xác, nấm và tảo xanh. Sau cellulose, chitin là một polysaccharid phong phú nhất trong tự nhiên.

2. SỰ CHUYỂN HOÁ ĐƯỜNG Ở CÁ

Tinh bột	$\xrightarrow{\alpha\text{-amylaza}}$	Dextrin + Maltose + Glucose
Dextrin	$\xrightarrow{\alpha\text{-glucozidaza}}$	Glucose + Maltose
Maltose	$\xrightarrow{\alpha\text{-glucozidaza}}$	Glucose + Glucose
Lactose	$\xrightarrow{\text{lactaza}}$	Glucose + Galactose
Sucrose	$\xrightarrow{\text{sucraza}}$	Glucose + Fructose

Cá có khả năng hấp thu tốt glucose, nhưng khả năng sử dụng glucose thì kém hơn động vật trên cạn.

Theo dõi trên cá ăn khẩu phần giàu tinh bột hay glucose, thấy rằng lượng đường trong máu tăng lên rất cao và kéo dài, khác với động vật có vú có hàm

lượng đường trong máu rất thấp và ổn định. Thực ra cá có khả năng tiết ra insulin (sau bữa ăn hàm lượng insulin tăng trong khoảng 5-48 mg/ml plasma, nhưng khi nhịn đói chỉ có 1-3mg/ml). Insulin có tác dụng biến glucose thành glycogen dự trữ ở gan, cơ và não và từ đó làm giảm lượng đường trong máu. Tuy nhiên quá trình chuyển glucose thành glycogen còn phụ thuộc vào các thụ thể (receptor) có trong tế bào và mối tương quan với glucagon. Các nghiên cứu gần đây cho thấy cá rô phi thiếu thụ thể tiếp thụ glucose do insulin đem đến và đã có phản ứng chậm và không hiệu quả đối với insulin. Tuy nhiên nếu tăng số lần cho ăn thì thấy tăng khả năng sử dụng glucose. Điều này cho kết luận là khả năng chuyển hoá glucose của cá chậm hơn động vật trên cạn, thêm một lượng lớn thức ăn chứa glucose sẽ dẫn đến sự gia tăng đột ngột và lâu dài glucose plasma của cá. cá con đường sản sinh glucose (glucogenesis) từ protein và lipid là con đường quan trọng. Các axit amin đều có thể được chuyển hoá tạo ra glucose, trong đó alanine, serine và glycine có ưu thế hơn axit glutamic và axit aspartic.

Còn đối với triglyceride thì sau khi thủy phân, glycerol sẽ được phosphoryl hoá tạo ra dihydroxyacetone phosphat rồi hình thành pyruvat và đi vào chu trình Krebs để tạo năng lượng. Còn các axit béo sẽ theo con đường β -oxy hoá để tạo nên acetyl-CoA để đi vào chu trình Krebs.

3- SỬ DỤNG TINH BỘT VÀ CHẤT XƠ CỦA CÁ

3.1- Tinh bột

Tinh bột là nguồn năng lượng rẻ tiền hơn protein và lipid và được các nhà sản xuất đưa vào khẩu phần với những tỷ lệ khác nhau tùy theo loài cá.

Nhóm cá hồi ăn động vật, carbohydrate làm giảm sinh trưởng. Tuy nhiên ở cá bơn (*Pluronectus platessa*) và cá chép thì bổ sung tinh bột làm tăng tốc độ sinh trưởng. Tỷ lệ tiêu hoá tinh bột của cá chép trong khoảng 40-80% phụ thuộc vào nguồn tinh bột (xem bảng 4.1)

Bảng 4.1. Tỷ lệ tiêu hoá các carbohydrate khác nhau của cá chép 2 năm tuổi (Scerbina 1973)

	<u>Hàm lượng cacbohydrat %</u>	<u>% tiêu hoá</u>
Đại mạch (barley)	55.0	74
Yến mạch (oats)	37.3	75
Mạch đen (rye)	46.8	84

Lúa mì (wheat)	43.6	58
Đậu peas	34.1	45
Đậu lupins	22.8	56
Khô lạc (groundnut meal)	15.0	65
Khô đậu tương (soyabean meal)	25.4	51
Thức ăn hỗn hợp	14.8 - 30.5	46 - 75

Lượng tinh bột có thể sử dụng tối đa trong khẩu phần của một số loài cá ghi ở bảng 4.2. Cần chú ý rằng những nhóm cá sử dụng được tinh bột nếu tăng tinh bột trong khẩu phần thì làm tăng hàm lượng lipid cơ thể.

Bảng 4.2 : Tỷ lệ % tinh bột có thể sử dụng tối đa trong thức ăn một số loài cá

<i>Cá nước ngọt</i>	<i>% tinh bột</i>	<i>Cá biển</i>	<i>% tinh bột</i>
Chép	40-45	Cá măng biển	35-40
Cá trôn Mỹ	30-35	Cá chẽm	20-25
Cá hồi	25-30	Cá bon Atlantic	15-20
Cá rô phi	35-40		
Cá chình	25-30		

(dẫn theo tài liệu của Lê Thanh Hùng 2000)

Để tăng hiệu quả sử dụng tinh bột trong thức ăn thủy sản nên áp dụng các biện pháp sau :

- Hồ hoá tinh bột qua biện pháp nấu chín, ép viên hay ép đùn để tăng tỷ lệ tiêu hoá tinh bột.
- Tăng số lần cho ăn để tránh glucose tăng đột ngột sau bữa ăn.

3.2- Chất xơ đối với cá

Hoạt tính enzyme cellulase rất yếu trong đường tiêu hoá của cá. Xơ trong khẩu phần làm tăng sản xuất phân, giảm tỷ lệ tiêu hoá, tăng khối lượng ống tiêu hoá (bảng 4.3).

Tỷ lệ xơ trong khẩu phần cá thường được khuyến cáo từ 8-10%, đối với tôm thì không quá 5%. Nếu xơ không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá và độ lợi dụng của

các chất dinh dưỡng khác, có thể sử dụng xơ như chất pha loãng và để điều chỉnh tỷ lệ P:E khi phối hợp khẩu phần.

Bảng 4.3: Ảnh hưởng của xơ thô đến tỷ lệ tiêu hoá VCK khẩu phần

Xơ thô (%/CK)	0	10	20
Tỷ lệ tiêu hoá VCK (%)	71	66	59
Thời gian rỗng dạ dày (phút)	782	379	412
Tỷ lệ khối lượng dạ dày/WB	1,4	1,8	1,9

(Nguồn : Werner Steffens, 1985- thí nghiệm trên cá hồi)

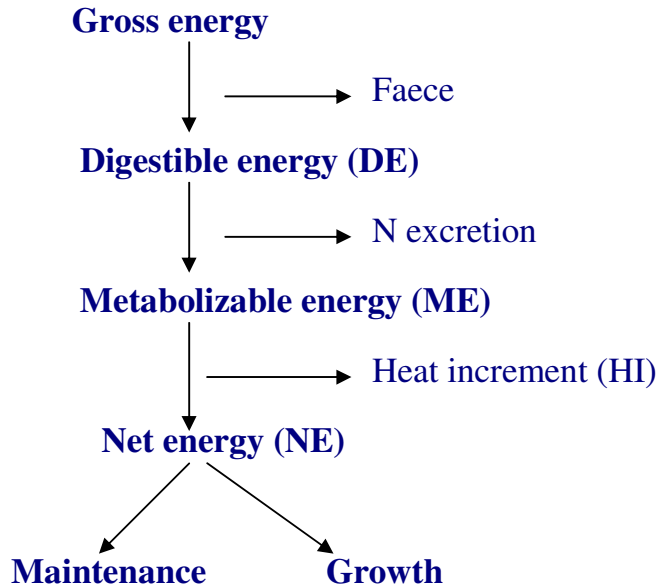
Câu hỏi ôn tập :

- 1- Vai trò của tinh bột đối với cá và sự lợi dụng tinh bột của cá.
- 2- Bản chất của chất xơ, cá có sử dụng được chất xơ không ?

Chương 5

NĂNG LƯỢNG VÀ NHU CẦU NĂNG LƯỢNG

1. CÁC DẠNG NĂNG LƯỢNG CỦA THỨC ĂN



Công thức: **DE = GE - NI phân**

ME = DE - NI nito' thải tiết

NE = ME - HI

N thải tiết qua mang ở dạng NH_3 (chứ không phải ure) nên mất ít năng lượng, vì thế chênh lệch giữa DE và ME ở cá nhỏ hơn ở động vật có vú.

Ví dụ : Ở cá hồi vân

	<u>DE (KJ/g)</u>	<u>ME (kJ/g)</u>	<u>±%</u>
Glucose	15,6	13,1	83,9
Tinh bột chín	10,6	9,0	84,9
Tinh bột sống	4,8	3,0	62,5

+ Đơn vị đo năng lượng :

cal, Kcal, Mcal 1 Kcal = 4,19 kj

J, KJ, MJ 1 KJ = 0,24 Kcal

(1J = 1Nm = 1w/s)

+ Giá trị năng lượng của chất dinh dưỡng:

Bảng 5.1 và 5.2 dưới đây giới thiệu giá trị GE và DE của một số chất dinh dưỡng trong thức ăn thủy sản.

Bảng 5.1 : Giá trị GE và DE của một số chất dinh dưỡng

Chất dinh dưỡng	GE (KJ/g)	DE (KJ/g)		
		Cá chình	Rô phi	Cá chép
Protein	23.9	22.2	18.9	16.8
Mỡ	39.8	33.3	37.7	33.5
Cacbohydrate	17.6	6.8	16.8	14.7

Bảng 5.2 : Giá trị DE, ME của một số loại thức ăn cá

Nguyên liệu	DE (MJ/kg)			ME (MJ/kg) (Cá hồi)
	Cá da trơn	Rô phi	Cá hồi	
Ngô (extruded)	4,6	-	-	-
30% kp	8,5	-	-	-
60%kp	-	13,0	-	-
Bột ngô	10,7	-	-	-
Lúa mì	10,7	11,2	12,5-14,8	10,8-137
Bột đỗ tương	11,2	-	11,3	9,5-10,3
Khô dầu bông	17,2	16,1	14,6-19,8	12,5-17,3
Bột cá	2,5	-	8,1	5,8
Bột cỏ	-	36,4	-	-
Dầu động vật	-	15,2	11,5	-
Bột phụ phẩm gia cầm	-	11,2	7,1-10,2	5,2-9,4
Tấm lúa mì				

Trong sản xuất, để dễ ước tính giá trị năng lượng tiêu hoá (DE) của thức ăn, ADCP (1983) đề nghị sử dụng những giá trị DE sau đây cho các chất dinh dưỡng (bảng 5.3).

Giá trị năng lượng tiêu hoá của một số loại thức ăn tính toán trên cơ sở các số liệu ở bảng 5.3 được ghi ở bảng 5.7 “Thành phần hoá học thức ăn tôm - cá” cuối chương.

Bảng 5.3 : Giá trị DE của một số chất dinh dưỡng dùng để ước tính DE của thức ăn thủy sản (ADCP 1983)

Chất dinh dưỡng	GE (Kcal/g)	DE (Kcal/g)
Carbohydrate (không phải rau cỏ)	4,1	3,00
Carbohydrate (rau cỏ)	-	2,00
Protein (động vật)	5,5	4,25
Protein (thực vật)	-	3,80
Chất béo	9,1	8,00

2. NHU CẦU NĂNG LƯỢNG

- Nhu cầu duy trì

Nhu cầu năng lượng duy trì là nhu cầu năng lượng chỉ đủ để cho cá không thay đổi thể trọng trong thời gian thí nghiệm. Nhu cầu năng lượng duy trì của cá thấp hơn động vật trên cạn vì cá tiêu hao ít năng lượng cho sự vận động và giữ thăng bằng cơ thể, cá không có cơ chế điều tiết thân nhiệt, cá bài tiết amonia mà không bài tiết ure hay axit uric. Nhu cầu năng lượng duy trì so với tổng nhu cầu năng lượng hàng ngày chiếm tỷ lệ 14-17% ở cá chép, 17-24% ở cá hồi, còn ở động vật có vú tỷ lệ này là 30-59%.

Nhu cầu năng lượng duy trì cho cá bình quân 70 KJ/kg thể trọng hay 50 KJ/kg $W^{0.75}$ (t^0 20-24°C). Bảng 5.4 cho biết nhu cầu năng lượng của một số nhóm cá.

Bảng 5.4 : Nhu cầu năng lượng duy trì của ba nhóm cá

Nhóm cá	Khối lượng cá (g)	Nhiệt độ (oC)	Duy trì (KJ/kg cá/ngày)
Cá chép	80	10	28
	80	20	67
Nhóm cá da trơn	10-20	25	84
	100	25	72
Nhóm cá hồi	150	18	85-100
	300	15	60

(Nguồn : Guillaume et al. 1999, dẫn theo Lê Thanh Hùng 2000)

- Nhu cầu tăng trưởng: khẩu phần đủ protein, tăng năng lượng thì tăng sinh trưởng, ví dụ:

GE (MJ/kg thức ăn khô)	13,8	16,8	18,6	209-18,2	20,5	22,8	24,9
Tăng (% so với BW đầu)	148	257	392	380 - 150	218	283	320

Ở một mức năng lượng, tăng tỷ lệ protein có thể không làm tăng tốc độ sinh trưởng (bảng 5.5)

Bảng 5.5: Ảnh hưởng của năng lượng và protein khẩu phần đến tốc độ sinh trưởng của cá (cá chép W=170g, cung cấp thức ăn

ở mức 2% khối lượng cơ thể, t⁰ 24⁰C).

DE (MJ/kg thức ăn khô)	Protein (% thức ăn khô)		
	41,3	46,5	51,4
18,3	2,01	1,99	2,01
20,1	2,15	2,17	2,14

Các kết quả trên cho thấy sự quan trọng của việc duy trì tỷ lệ năng lượng/protein trong khẩu phần của cá.

Câu hỏi ôn tập :

1. Các dạng năng lượng của thức ăn, công thức tính.
2. Nhu cầu năng lượng cho duy trì, sinh trưởng của cá, những yếu tố chi phối nhu cầu năng lượng cho sinh trưởng.
3. Công thức P/E và cho một số chỉ tiêu P/E thích hợp của một số loài cá.

Chương 6

NHU CẦU VITAMIN

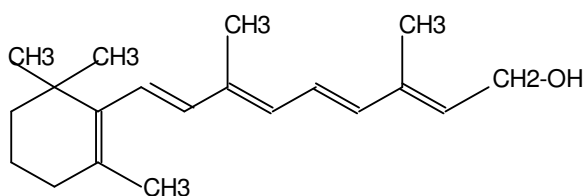
Cá được nuôi hàng nghìn năm nay nhưng những biểu hiện thiếu vitamin chỉ mới phát hiện gần đây khi cá được nuôi thâm canh bằng thức ăn công nghiệp. Bổ sung vitamin cho cá trong điều kiện nuôi thâm canh không những thúc đẩy được tăng trưởng của cá mà còn ngăn chặn được những rối loạn bệnh lý do thiếu vitamin. Thông thường vitamin bổ sung trong thức ăn chỉ chiếm 1-2%, nhưng chi phí lại chiếm tới 15% tổng giá tiền thức ăn.

Có hai nhóm vitamin là vitamin hoà tan trong mỡ (gồm vitamin A, D, E, K) và vitamin hoà tan trong nước (gồm vitamin B1, B2, PP, B5, B6, B12, biotin, axit folic, cholin, vitamin C...).

Dưới đây trình bày vai trò dinh dưỡng, nhu cầu và nguồn cung cấp một số vitamin tan trong mỡ (vitamin A, D, E), những vitamin khác thì được ghi trong bảng tóm tắt.

1- VITAMIN A

+ Công thức :



+ Các dẫn xuất của Vitamin A: Vitamin A có các dẫn xuất sau: retinol, retinaldehyd, retinoic, retinilacetat, retinilpropionat, retinilpalmitat.

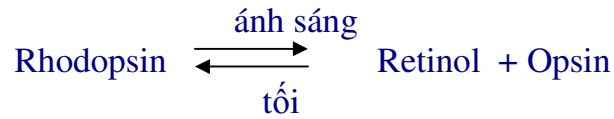
+ 1 UI = 0,300 microgram retinol
= 0,344 microgram retinilacetat
= 0,440 microgram retinilpalmitat

+ Các chất tiền vitamin A:
à caroten, ò caroten, criptoxanthin (ngô vàng), astaxanthin (rong biển)
ò caroten ? cho ra 2 phân tử vitamin A.

+ Vai trò sinh học:
- Vai trò thị giác:

Trên tế bào võng mạc mắt có một quang chất tên là rhodopsin, khi có ánh sáng, rhodopsin bị phân giải thành retinol và opsin, trong tối thì có quá trình tái

tổng hợp ngược lại. Rhodopsin tạo nên kích thích thần kinh và gây phản xạ nhìn. Khi khẩu phần thiếu vitamin A động vật bị bệnh quáng gà.



+ Vai trò với niêm mạc thượng bì:

Tế bào thượng bì do tế bào gốc biệt hoá mà thành, khi khẩu phần có đầy đủ vitamin A, tế bào gốc biệt hoá hình thành tế bào tiết niêm dịch (đó là các tế bào cuboidal, columna và tế bào goblet), còn nếu khẩu phần thiếu vitamin A, tế bào gốc chủ yếu biệt hoá hình thành tế bào vảy cá, loại tế bào này tiết ít niêm dịch, lớp thượng bì, niêm mạc sẽ khô, sừng hoá, khả năng ngăn cản sự xâm nhập của vi khuẩn bị giảm (xem sơ đồ 8.1)

Tóm tắt:

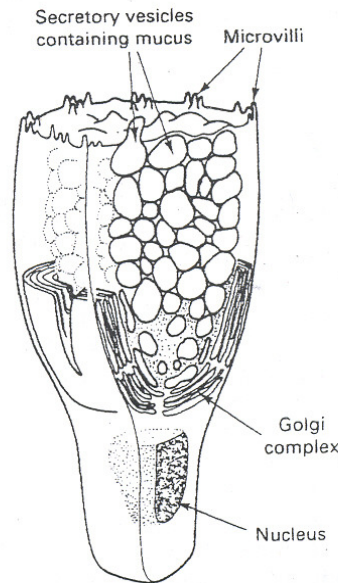
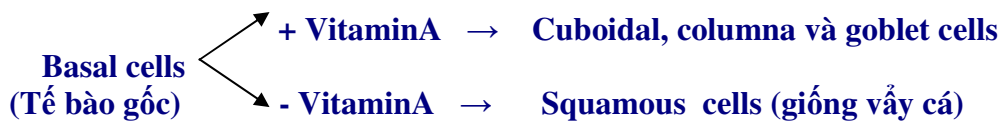


FIGURE 9.45 Goblet cell. (Redrawn with permission from Cormack, 1984.)

Sơ đồ 8.1 : Tế bào goblet (tế bào tiết niêm dịch)

+ Vai trò liên quan đến sức đề kháng của cơ thể:

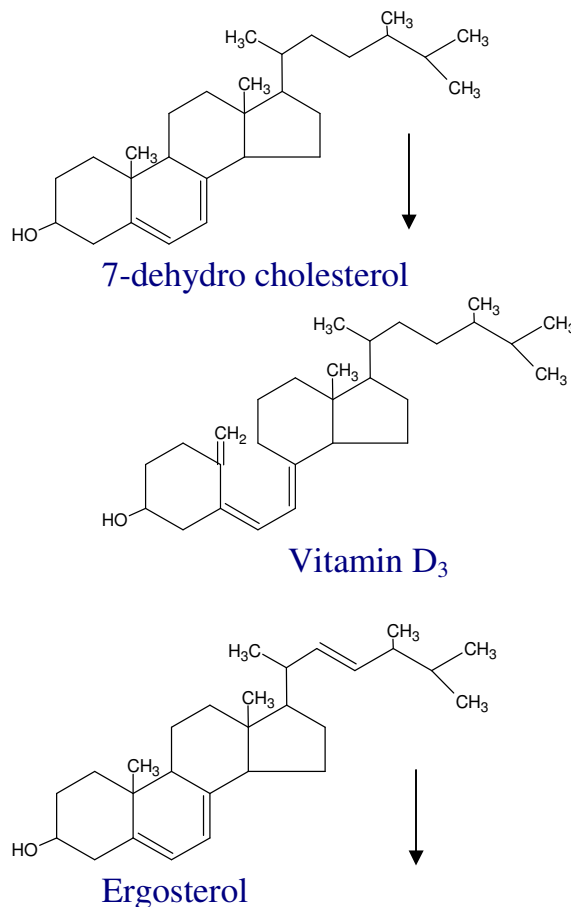
Khi thiếu vitamin A sự sản sinh kháng thể bị giảm thấp. Như vậy cùng với hiện tượng sùng hoá, giảm hoạt động của hệ thống kháng thể đã làm cho sức chống bệnh của cơ thể bị suy giảm.

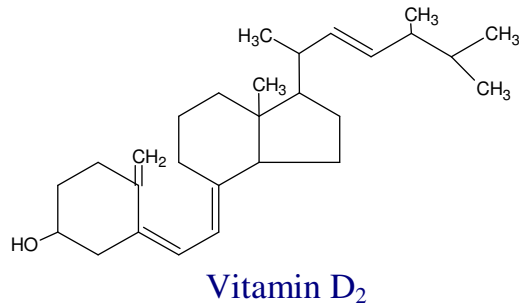
Biểu hiện chung của sự thiếu vitamin A ở cá là : xuất huyết hồ mắt, gốc mang cá, nắp mang bị xoắn lại. Cá trôn của Mỹ nuôi bằng khẩu phần có 0,4mg ò caroten/kg thức ăn có hiện tượng cá chậm tăng trưởng, mắt lồi, thận xuất huyết. ở cá chép thiếu vitamin A sẽ có màu nhợt nhạt, xuất huyết da và vây, biến dạng nắp mang. Tuy nhiên quá nhiều vitamin A (2,2 triệu UI/kg dưới dạng retinyl palmitat) làm cho cá chậm tăng trưởng, thiếu máu, biến dạng cuống đuôi.

2- VITAMIN D

+ Công thức :

Trong tự nhiên có hai vitamin D phổ biến là vitamin D₂ và D₃ (còn có tên là ergocalciferol và cholecalciferol), tiền của vitamin D₂ là ergosterol và tiền vitamin D₃ là 7-dehydrocholesterol. Dưới tác động của tia tử ngoại, tiền vitamin D biến thành vitamin D. Dưới đây là công thức của tiền vitamin D₃ và vitamin D₃ :





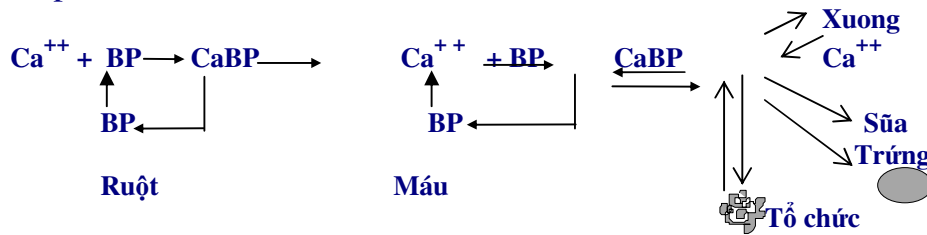
+ Vai trò sinh học :

- 1UI = 0,025 microgam vitamin D₃ tinh thể.

- Vai trò sinh học:

Vitamin D₃ (cholecalciferol) hấp thu vào máu đến gan, ở gan được thủy phân thành 25-hydroxy cholecalciferol (viết tắt 25(OH)-vitamin D₃), khi đến thận nó lại bị thủy phân tiếp để biến thành 1,25(OH)₂-vitamin D₃ hoặc 24,25(OH)₂-vitamin D₃. Sản phẩm thủy phân 1,25(OH)₂-vitamin D₃ có hoạt tính mạnh nhất, nó kích thích thành ruột tiết một protein vận chuyển (BP = binding protein), nhờ protein này ion Ca được hấp thu vào máu cũng như vận chuyển Ca vào xương và các sản phẩm khác cùng với phospho .

Hợp chất chứa Ca



Hoạt tính sinh học của vitamin D₃ trên các loài cá hồi và cá tron Mỹ gấp 3 lần vitamin D₂.

Chức năng sinh hoá của vitamin D là thúc đẩy sự hấp thu Ca (và cả P) ở ruột để duy trì sự khoáng hoá bình thường của xương. Thiếu vitamin D₃: nghèo sinh trưởng, gan nhiều mỡ, cơ chế homeostasis đối với Ca bị cản trở (biểu hiện tetany cơ xương).

Hiện tại người ta vẫn chưa hiểu rõ hoàn toàn nhu cầu vitamin D của cá. ở nhóm cá hồi người ta thấy nhu cầu vitamin D rất nhỏ, thậm chí khẩu phần không chứa calciferol thì rainbow trout cũng không biểu hiện một triệu chứng nào cả.

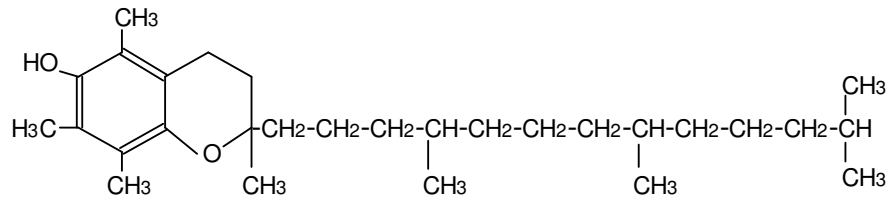
Thông thường người ta bổ sung dầu thực vật thì cũng có đủ vitamin D, tuy nhiên với thức ăn viên người ta thường đưa vào 2000-3000 IU vitamin D₃/kg thức ăn.

Cá trao đổi Ca trực tiếp với nước qua mang, cho nên vùng nước nào nghèo Ca thì mới phải bổ sung Ca cùng với vitamin D .

3- VITAMIN E

+ Công thức :

Vitamin E có nhiều đồng phân như α -tocopherol, β -tocopherol, γ -tocopherol và δ -tocopherol, nếu hoạt tính của α -tocopherol là 100, thì các tocopherol β , γ và δ lần lượt là 30-40, 10 và 1.



α -Tocopherol

+ Vai trò sinh học :

Vai trò sinh học chính của vitamin E là chất chống oxy hoá sinh học, ngăn cản sự oxy hoá các axit béo không no PUFA và HUFA có trong màng tế bào. Thiếu vitamin E thường dẫn đến tổn thương gan, cơ thoái hoá, và cơ quan sinh dục bị ảnh hưởng. Trên cá chép, người ta ghi nhận vitamin E làm tăng khả năng sinh sản, cá ăn khẩu phần bổ sung vitamin E có hệ số thành thực là 14,1% thay vì 3,3% trên khẩu phần không bổ sung vitamin E. Ngoài ra vitamin E còn giúp nâng cao tỷ lệ nở của trứng.

Vitamin E và Se có quan hệ hỗ trợ nhau trong việc ngăn trở sự oxy hoá những axit béo không no. Vitamin E có vai trò ngăn cản sự hình thành peroxit, còn Se tham gia vào một enzym có tên là glutathion peroxidase (GSH-Px), có tác dụng xúc tác sự phân giải peroxit thành nước :



Bổ sung vitamin E và Se vào thức ăn cá có tác dụng làm tăng tốc độ sinh trưởng, FCR và độ bền của huyết cầu (bảng 8.4).

Bảng 8.4 : Tác dụng của vitamin E và Se bổ sung vào thức ăn cá (Bell et al. 1985 ; dẫn theo W.Steffens 1989)

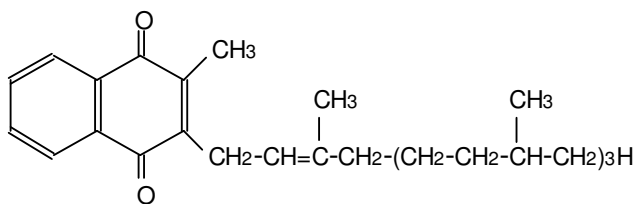
Vitamin E (mg/kg)	2,0	41	2,0	41
Se (mg/kg)	0,06	0,06	0,9	0,9
Tăng trọng (%)	2322	3125	2976	3137
FCR (kg/kg TT)	1,89	1,62	1,63	1,53
Vitamin E :				
- Máu (microg/ml)	1,7	16,0	2,8	15,9
- Gan (microg/g)	2,3	36,8	3,4	35,6
Tỷ lệ hồng cầu vỡ (%)	51,5	30,9	21,6	20,1

4- VITAMIN K

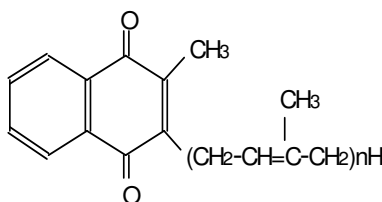
+ Công thức :

Cho đến nay người ta biết vitamin K có 3 dạng hoá học như sau : Vitamin K1 có trong thực vật có tên là *phytokinon*, vitamin K2 do vi sinh vật tạo ra có tên là *menakinon* và vitamin K3 tổng hợp bằng con đường hoá học có tên là *menadinon*. Hoạt tính của vitamin K3 lớn hơn 2 lần K1 hoặc K2. Vitamin K tham gia vào một enzym hoạt hoá protrombin, cần cho sự đông máu của động vật trên cạn và cá. Lượng vitamin K 0,5 - 1 mg/kg trong thức ăn đủ để duy trì sự đông máu bình thường trên các loài cá hồi.

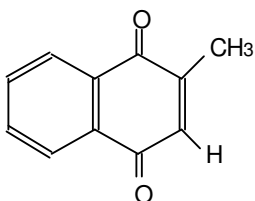
Thức ăn động vật như bột cá là nguồn cung cấp quan trọng của vitamin K2. Vitamin K3 bền khi không trộn vào thức ăn hỗn hợp hoặc trong premix (vì cholin chlorid và các ion kim loại xúc tác phân huỷ chúng).



Vitamin K1



Vitamin K2



Vitamin K3

5- VITAMIN C (AXIT ASCORBIC)

Vitamin C còn gọi là axit ascorbic, hầu hết các loài cá không tự tổng hợp được vitamin này trong cơ thể (người, khỉ, chuột biển cũng không tổng hợp được vitamin C trong cơ thể).

Axit ascorbic là một cofactor trong quá trình hydroxin hóa prolin và lizin để hình thành hydroxyprolin và hydroxylizin trong procollagen (tiền collagen). Như vậy axit ascorbic cần cho việc hình thành mô liên kết, mô sụn và khung protein xương.

Vitamin C giúp cho sắt được hấp thu tốt do đó ngăn ngừa được hiện tượng thiếu máu hay gặp ở cá do thiếu vitamin C. Ngoài ra vitamin C cùng với vitamin E tham gia vào quá trình hạn chế sự hình thành peroxit ở lipid trong mô cá.

Thiếu vitamin C ở cá salmon và trout có biểu hiện biến dạng cấu trúc (scoliosis, lordosis, sụn mắt, mang và vây bất thường), xuất huyết nội. Những dấu hiệu này xảy ra trước cả những dấu hiệu không đặc trưng như giảm ăn và yếu ớt, kém linh hoạt (anorexia và lethargy). Biến dạng cấu trúc cũng thấy ở channel catfish, carp, tilapia.

Gần đây người ta cũng thấy bổ sung vitamin C cho channel catfish và rainbow trout đã có tác dụng tăng đáp ứng miễn dịch (tăng hoạt tính thực bào của tế bào hệ thống miễn dịch).

Yamamoto et.al. 1985 môi trường ô nhiễm kim loại nặng (Yamamoto et.al. 1985), thuốc diệt côn trùng chứa hydrocacbon chlorinated (Mayer et.al. 1978 làm tăng nhu cầu vitamin C của cá.

Vitamin C rất dễ bị phá hủy trong quá trình dự trữ và chế biến, do vậy người ta phải bảo vệ nó trước khi bổ sung vào thức ăn cá.

Vitamin C khi sử dụng cho cá thường ở dạng bọc với ethylcellulose hay bọc với mỡ, dạng phosphorylated ascorbic là dạng khá bền nhưng đắt tiền cho nên cũng ít được dùng.

6 - VITAMIN NHÓM B

Bảng 8.1 : Tóm tắt những triệu chứng thiếu vitamin nhóm B của cá

<i>Tên vitamin</i>	<i>Nhu cầu (mg/kg)</i>	<i>Triệu chứng thiếu</i>
Thiamin (B ₁)	0,5 10-20*	Chảy máu vây, hiện tượng thần kinh, nhạt màu, kém ăn, chậm lớn. Sử dụng cá sống làm thức ăn sẽ thiếu B ₁ vì trong thịt cá sống có <i>thiaminase</i> gây vô hoạt <i>thiamin</i>
Riboflavin (B ₂)	4-7 15-20*	Kém ăn, chậm lớn, tỷ lệ chết cao, chảy máu ở da và vây, hiện tượng thần kinh, sợ ánh sáng
Pyridoxin	4-5 8-12*	Kém ăn, chậm lớn, rối loạn thần kinh
Pentothenic axit	30-50	Kém ăn, chậm lớn, lơ đờ, chậm chạp, thiếu máu, chảy

	40-50*	máu da, lồi mắt
Nicotinic axit	28 80-120*	Chảy máu da, tỷ lệ chết cao
Biotin	1-2,5 0,5-1*	Chậm lớn, giảm hoạt động
Folic axit Vitamin B12	NR NR	
Inositol	440 100-150	Chậm lớn, chảy máu da và vảy, mắt niêm mạc da.
Cholin	4000 800-1200	Chậm lớn, gan nhiễm mỡ.
Vit. C	NR 300-500	Chậm lớn, biến dạng cột sống, xuất huyết vảy, đầu và da.

NR: Không có nhu cầu (dưới điều kiện thí nghiệm)

** Tăng 30 giai đoạn fry và 50% giai đoạn brood stock*

7- NHU CẦU VITAMIN CỦA CÁ

Những nghiên cứu về nhu cầu vitamin hầu hết thực hiện trên cá hồi và những kết quả nghiên cứu này được chấp nhận cho những loài cá khác (bảng 8.2)

Bảng 8.2 : Nhu cầu vitamin của nhóm cá Salmonid (mg/kg thức ăn)
(R. Stickney, 2000)

Vitamin	<i>NRC (1993)</i>	<i>Mức thêm vào thức ăn</i>
Vitamin A (IU)	2500	6000
Vitamin D3 (IU)	2400	2000
Vitamin E	50	300-500
Vitamin K3	R*	10
Thiamin (B1)	1	15
Riboflavin (B2)	4-7	25
Pyridoxine	3-6	15
Pantothenic acid	20	50
Niacin	10	180
Biotin	0,15	0,6
Folic acid	1	8
Vitamin B12	0,01	0,03
Inositol	300	130
Cholin	1000	1000
Ascorbic acid (vitamin C)	50	150**

*R** : có nhu cầu nhưng không xác định được số lượng

**** : dùng loại vitamin C bền

8- SỬ DỤNG VITAMIN TRONG THỨC ĂN CÁ

ầu hết vitamin bổ sung vào thức ăn cá được sản xuất bằng con đường hoá học hoặc vi sinh vật hoặc kết hợp cả hai chứ không phải chiết từ thức ăn tự nhiên, vì các vitamin chiết từ nguồn tự nhiên rất đắt và hiệu quả thấp. Các vitamin tổng hợp được sản xuất ra dưới dạng khác nhau và được bảo vệ để chống lại sự phân huỷ trong quá trình chế biến và dự trữ. Khi sử dụng vitamin để trộn vào thức ăn phải chú ý đến độ bền của vitamin. Các dạng vitamin khác nhau và cách bảo vệ khác nhau thì có độ bền khác nhau. Ví dụ : vitamin A dưới dạng vitamin A acetat chứa trong viên nang, trong nang chứa một cái khung (matrix) bằng gelatin có cấu trúc liên kết chéo, vitamin phân tán khắp trong cái khung này cùng với chất chống oxy hoá và được bọc một lớp vỏ bảo vệ bằng tinh bột ngô. Thường trong viên gelatin người ta thêm cả vitamin D₃ .

Bảng 8.3 : Độ bền của vitamin trong premix và trong viên ép đùn sau 3 tháng dự trữ ở nhiệt độ trong phòng (F.Hoffmann-La Roche, 1988)

Vitamin	Dạng sử dụng	Hoạt tính còn sau 3 tháng dự trữ ở nhiệt độ trong phòng (%)	
		Trong premix	Trong viên ép đùn

Vitamin A	Vitamin A acetate	70 - 90	70 - 90
Vitamin D	Cholecalciferol	80 - 100	75 - 100
Vitamin E	dl-a tocoferol acetate	90 - 100	90 - 100
Vitamin K	Muối menadione (K3)	65 - 85	40 - 70
Vitamin B1	Thiamin mononitrate	70 - 80	60 - 80
Vitamin B2	Tinh thể	90 - 100	90 - 100
Pyridoxine	Pyridoxine hydrochloride	80 - 90	80 - 90
Pantothenic acid	Calcium d-pantothenate	80 - 100	80 - 100
Niacin	Niacinamide và nicotinic acid	90 - 100	90 - 100
Biotin	D-Biotin	80 - 100	70 - 90
Folic acid	Tinh thể	50 - 70	50 - 65
Vitamin B12	Dung dịch 1%	50 - 80	40 - 80
Cholin	Muối chloride	không thêm	100
Inositol		100	100
Ascorbic acid	Ascorbate-2-polyphosphate	90	90
	Tinh thể	30 - 70	10 - 30

Độ bền của vitamin D₃ trong điều kiện bảo quản như vitamin A bằng 75 - 80%. Các dạng vitamin khác và độ bền của nó trong thức ăn viên (ép đùn) và trong premix ghi ở **bảng 8.3**. Tuy nhiên cần lưu ý đến độ bền của vitamin C. Tinh thể axit ascorbic cực kỳ nhạy cảm với sự oxy hoá. Trong 3 ngày dự trữ ở nhiệt độ thường, toàn bộ hoạt tính vitamin mất hết, trong viên hoạt tính vitamin C chỉ còn lại 20% sau khi xử lý nhiệt và dự trữ. Gần đây người ta sử dụng ascorbate-2-monophosphate (sản phẩm này có ascorbate-2-monophosphate và một lượng nhỏ

ascorbate-2-polyphosphate, hoạt tính acid ascorbic là 33% và 35 % lần lượt).
Dạng vitamin này chỉ mất 15 % hoạt tính trong viên ép đùn và dự trữ 3 tháng ở nhiệt độ trong phòng, trong khi viên vitamin C bọc mỡ hay ethylcellulose mất tới 70-90% hoạt tính trong cùng điều kiện.

Câu hỏi ôn tập:

1. Công thức vitamin A, vai trò và nhu cầu đối với cá.
2. Công thức vitamin D vai trò và nhu cầu đối với cá.
3. Công thức vitamin E vai trò và nhu cầu đối với cá.
4. Vai trò vitamin C đối với cá và những chú ý khi bổ sung vitamin C trong thức ăn cá.
5. Những chú ý khi sử dụng vitamin trong thức ăn tôm và cá.

Chương 7

NHU CẦU CHẤT KHOÁNG

1. ĐẠI CƯƠNG

Người ta phân biệt chất khoáng làm hai loại:

+ Khoáng đa lượng : 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.

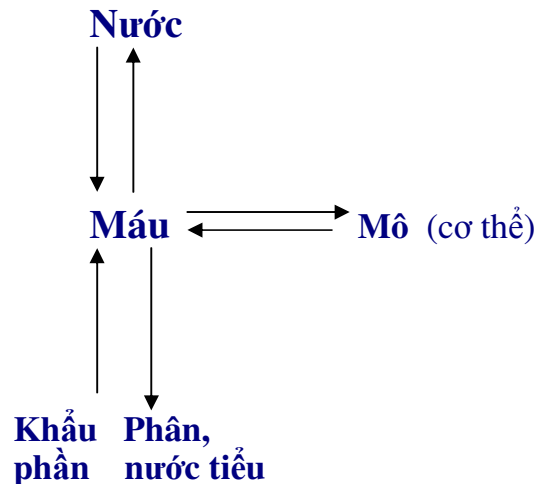
Thành phần khoáng của cơ thể cá hồi và cá chép.

*Bảng 7.1: Thành phần chất khoáng trong cơ thể cá
(Shearer 1984, Kirchgessmer và Schwarz 1986)*

	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

Sự trao đổi khoáng của cá thể hiện ở sơ đồ 1.

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.



Sơ đồ 1: Trao đổi khoáng ở cá

2. CANXI - PHOTPHO - MAGIE

2.1. Canxi:

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 nồng độ 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 nồng độ Ca nhỏ hơn 0,8mg/l; pH nhỏ 4,5 thường không có cá (Howell et al. 1983).

P cũng làm giảm thấp hấp thu Ca.

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

trường khác nhau khi khẩu phần chứa 0,3-3,4g Ca/kg và nồng độ Ca nước là 20-30mg/l.

Cá da trơn có thể trọng 6-24g sống trong nước nồng độ Ca là 56mg/l đáp ứng sinh trưởng tối ưu khi khẩu phần chứa 8gCa/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. *O. aureus* thích hợp khẩu phần 8gCa/kg trong điều kiện nước không có Ca.

2.2. Photpho

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 thu P từ nước cũng phụ thuộc vào nhiệt độ nước và hàm lượng Ca nước. Hấp thu 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 thu P tốt hơn cá không có dạ dày, ngay cả khi nguồn P có độ lợi dụng kém.

+ Nguồn Photpho: P phytic không lợi dụng được vì cá không có enzym 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 7.2).

Bảng 7.2: Sinh trưởng của cá hồi và cá chép (g) theo với 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.

2.3. Magiê

Mg giữ vai trò quan trọng trong phản ứng photphoryl hoá và một vài enzym. 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 Mg/kg so với khẩu phần 26-63mg Mg/kg. Thí nghiệm ở cá hồi non thấy 200-300mg Mg/kg thì đủ cho sinh trưởng nếu nước chứa 1,7mg Mg/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.

3- CÁC NGUYÊN TỐ KHOÁNG KHÁC

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

Bảng 7.3: 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 enzym 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 enzym tổng hợp ure, trao đổi axit amin, axit béo và oxy hoá glucose.	Chậm lớn, cột sống ngắn (short body dwarfism). 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 enzym và thành phần của nhiều metalloenzym như cacbonic anhydrase, carboxypeptidase, malic dehydrogenase, alkali photphatase, superoxid dismutase, ribonuclease và DNAPolymerase.	Chậm lớn, kém ăn, viêm cata, thối vẩy 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

Khoáng hỗn hợp 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 ôn tập

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.

Chương 8

THỨC ĂN ĐỘNG VẬT THỦY SẢN

1- THỨC ĂN ĐỘNG VẬT THỦY SẢN

1.1. 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/CK trong thức ăn thường lớn hơn 18%.

+ Thức ăn giàu năng lượng : nhóm thức ăn có hàm lượng protein nhỏ hơn 20% và xơ/CK 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, monocanxiphosphat, dicanxiphosphat...

+ 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...

1.2. Đặc điểm dinh dưỡng của các loại thức ăn

1.2.1. Thức ăn giàu năng lượng

Các loại hạt ngũ cốc và phụ phẩm của ngũ cốc, các loại bột củ 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%/CK) nhưng protein lại rất thấp (0,9%/CK).

1.2.2. 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 lang và khô dầu bông nghèo lysin, 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%.

Sau đây là đặc điểm dinh dưỡng của một số loại khô dầu :

+ **Khô đỗ 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 glucozit làm giảm sinh trưởng của cá chép. Glucozit 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 8.1.

Bảng 8.1 : 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	-	Nghèo lysine hơn bột cá	
Phụ phẩm gia cầm	60-65	15-20		
Bột lông vũ thuỷ phân	80-85	-	Catfish có thể dùng 15% bột lông vũ thuỷ phân	

Sau đây là đặc điểm một số thức ăn giàu protein nguồn động vật :

+ Bột cá :

Bột cá có 50 – 65 – 70% protein, rất cân đối với axit amin, giàu lysine (7,8%/CP), methionine (3,5%/CP), methionine+cystine (4,7%/CP), tryptophan (1,3%/CP), threonine (4,9%/CP).

Chất lượng bột cá phụ thuộc vào loài cá và phương pháp chế biến và dự trữ. 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.

+ **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%, chitin 10-15%. Bột đầu tôm là nguồn cung cấp axit béo n3, cholesterol, asthaxanthin và chứa cả chất dẫn dụ. Bột đầu tôm có thể thay 20-30% bột cá.

+ **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 hỏng.

Cá ủ ướp có hàm lượng protein từ 30 – 50%/CK tùy theo nguyên liệu đem ủ và có nhiều axit amin quý như lysine, methionine.

+ **Bột lông vũ thuỷ phân:**

Hàm lượng protein cao tới 80-85% nhưng không cân đối axit amin (nghèo lysine, histidine và tryptophan). Bột lông vũ có thể thay 30% bột cá trong khẩu phần cá rô phi và cá trê.

+Bột thịt:

Bao gồm phế phụ phẩm lò mổ, hàm lượng dinh dưỡng biến đổi nhiều tùy theo nguồn phụ phẩm, protein từ 30-50%, lipid 8-11%, Ca 4,5-5% và P 8-10%.

+Bột máu:

Bột máu có hàm lượng protein cao tới 85-90%, giàu lysine, tuy nhiên tỷ lệ tiêu hoá protein biến động từ 40-80% tùy cách sấy.

1.2.3. Thức ăn bổ sung

Có hai nhóm thức ăn bổ sung, đó là thức ăn bổ sung dinh dưỡng và thức ăn bổ sung phi dinh dưỡng (feed additives).

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 hoá, chất tạo màu, tạo mùi, chất hấp phụ mycotoxin, enzym, chất dẫn dụ, chất kết dính... Sau đây xin giới thiệu một số thức ăn bổ sung này :

- Chất chống oxy hoá: Trong công nghiệp thức ăn thuỷ sản người ta thường sử dụng các chất chống oxy hoá là Ethoxyquin (1,2 dihydro-6 cthoxy-

2,2,4 trimethyl quinoline) với liều 150ppm, BHT (Butylated hydroxy Toluen) với liều 200ppm, BHT (Butylated hydroxy Anisole) với liều 200ppm.

- Chất chống nấm: Có các loại như potassium sorbate, polypropilene glycol, aluminumsilicat, 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).

1.2.4- Thức ăn tự nhiên

Nhóm thức ăn tự nhiên bao gồm phytoplankton, zooplankton, mùn bã hữu cơ và sinh khối vi khuẩn. Sau đây xin giới thiệu một số đặc điểm dinh dưỡng của nhóm thức ăn này.

Phytoplankton

Phytoplankton là nhóm tảo phù du có hàm lượng protein cao (40-50%), giàu các axit amin thiết yếu như lysine, arginine, threonine nhưng thiếu axit amin chứa lưu huỳnh là methionine và cystine. Lipid trong tảo biến động từ 7-15% khối lượng khô, các nhóm tảo biển giàu axit béo ω 3 là nguồn axit béo quan trọng cho các sinh vật biển.

Khoáng tổng số của tảo thường có hàm lượng <10% (tảo Spirulina có 8,9% khoáng, 0,1% Ca, 1,2% P và 3,3% Mg).

Zooplankton

Nhóm động vật phù du này có giá trị dinh dưỡng cao và phù hợp với tập tính dinh dưỡng của rất nhiều loài thủy sản, đặc biệt ở giai đoạn đầu tiên của quá trình sinh trưởng.

Đặc điểm dinh dưỡng của nhóm zooplankton là giàu protein (50-60%), giàu axit amin thiết yếu, giàu lipid ((20%) và các axit béo quan trọng (bảng 8.2).

Bảng 8.2: Thành phần dinh dưỡng của một số zooplankton nước biển và nước ngọt

Zooplankton	Thành phần dinh dưỡng (% vật chất khô)				
	CK	CP	EE	Tro	GE Kcal/kg
Rotifier	11,2	64,3	20,3	6,2	4866
Anostraca (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

(Nguồn: Hopher 1988)

- Rotifera

Là những zooplankton có kích thước 0,04-0,1 m/m, thường thấy trong nước ngọt (gồm các nhóm Brachionus, Karetella, Polgartha), nước lợ và nước biển (gồm nhóm Brachionus).

Brachionus plicatilis có hai nhóm có kích thước khác nhau, chúng có khả năng trinh sản tạo ra một quần thể toàn con cái. B. plicatilis được dùng để ương nuôi ấu trùng cá biển trong một hai tuần đầu.

- Cladocera

Là giáp xác bậc thấp phổ biến trong nước ngọt gồm các giống Moina, Daphnia, Bosmina, Sida. Cladocera có kích thước trung bình 0,2-0,7 m/m, là thức ăn thường gặp trong các loài cá, đặc biệt cá bột mới nở.

- Copepoda

Là giáp xác có kích thước lớn hơn Cladocera (0,8-1,2 m/m), Copepoda là một phần thức ăn của cá bột mới nở hay thức ăn của cá ăn động vật phù du khác.

Copepoda giàu protein và axit béo quan trọng, rất thích hợp cho tôm cá.

- Artemia

Artemia là giáp xác bậc thấp thuộc họ Artemiidae, được xếp thành hai nhóm dựa vào thành phần axit béo chưa no nhiều nối đôi (PUFA) và phân bố địa lý, đó là "nhóm nước ngọt", giàu axit béo 18: 3 ω 3 và "nhóm nước biển" giàu axit béo 20: 5 ω 3.

Các loài cá nước ngọt sử dụng hai nhóm Artemia trên không có sự khác nhau về tăng trưởng và tỷ lệ sống trong khi một số loài cá biển sử dụng "nhóm Artemia nước ngọt" có tỷ lệ sống rất thấp so với sử dụng "nhóm Artemia nước biển". Các nghiên cứu cho thấy các loài cá biển rất cần các axit béo 20: 5 ω 3 và 22: 6 ω 3, trong khi "nhóm Artemia nước ngọt" lại thiếu hụt các axit béo kể trên. Để tăng lượng axit béo PUFA cho sinh khối Artemia, nhiều kỹ thuật làm giàu axit béo cho Artemia được sử dụng như cho Artemia tắm trong dung dịch giàu dinh dưỡng hay cho ăn thức ăn chứa nhiều axit béo PUFA.

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 gắn 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 công 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.

1.2.5- Sử dụng 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.

Khoảng 20 năm trước đây kháng sinh dùng với một lượng rất lớn, hàng năm lượng kháng sinh sản xuất ra lên tới 27 ngàn tấn, 90% số lượng này bổ sung vào thức ăn chăn nuôi (theo *International Poultry Production số 1998*). Kháng sinh đã tạo ra những dòng vi kháng sinh, loài người đã tốn hàng tỷ đô la để nghiên cứu và tìm ra những loại kháng sinh mới thay thế kháng sinh cũ đã mất tác dụng diệt khuẩn.

Ngày nay kháng sinh đã bị hạn chế sử dụng làm chất kích thích sinh trưởng và phòng bệnh trong chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Bắt đầu từ năm 2006, Cộng đồng Châu Âu đã cấm sử dụng tất cả các loại kháng sinh làm thức ăn bổ sung trong chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản.

Nhiều biện pháp đã được áp dụng để thay thế kháng sinh, trong số các biện pháp này probiotic đã có tác dụng lớn và có nhiều triển vọng. Nay giảm lượng kháng sinh trong NTTS từ 50 tấn vào năm 1987 xuống còn 746,5kg năm 1997, nhưng sản lượng cá vẫn tăng từ 50 ngàn tấn lên 350 ngàn tấn.

Lịch sử dùng probiotic trong NTTS còn rất mới. Yasuda và Taga, lần đầu tiên sử dụng vi khuẩn như một nguồn thực phẩm và như một tác nhân sinh học để khống chế bệnh của cá vào năm 1980. Vi khuẩn *Vibrio alginolyticus* được dùng như một **probiotics** cho tôm ở Ecuador vào năm 1992, nhờ vậy sản lượng tôm đã tăng 35% trong khi toàn bộ lượng dùng kháng sinh giảm 94% trong thời gian từ 1991 đến 1995. Ngày nay việc sử dụng probiotic trong nuôi tôm ở Mexico cũng trở phổ biến. FAO cũng coi việc nghiên cứu **probiotics** cùng với các chất kích thích miễn dịch (immunostimulant), các chất nâng cao khả năng miễn dịch (immune enhancers) như một trong các biện pháp chủ yếu để cải thiện chất lượng môi trường nuôi thủy sản.

Probiotic là gì?

Theo Laurent Verschuere và CTV (2000) probiotic được định nghĩa như sau:

Probiotic là những vi khuẩn sống có ảnh hưởng tốt cho con vật chủ nhờ vào sự biến đổi hệ vi khuẩn gắn với con vật chủ hay ở xung quanh con vật chủ, từ đó cải thiện khả năng sử dụng thức ăn, nâng cao khả năng chống bệnh và cải thiện chất lượng môi trường xung quanh”

Dựa trên định nghĩa này chúng ta thấy rằng probiotic có thể bao gồm những vi khuẩn ngăn ngừa bệnh sinh (pathogen) phát triển trong ống tiêu hoá, trên cấu trúc bề mặt động vật chủ và trong môi trường nuôi. Những vi khuẩn cung cấp chất dinh dưỡng không hỗ trợ cho con vật chủ hay không có mối quan hệ tương tác với vi khuẩn khác, với môi trường sống của con vật chủ thì không bao gồm trong định nghĩa này.

Probiotic còn có các tên khác là: Probiotic Bacteria, Beneficial Bacteria.

Hầu hết probiotic được dùng như một tác nhân kiểm soát sinh học trong nuôi trồng thủy sản thuộc về vi khuẩn lactic (*Lactobacillus*, *Carnobacterium...*), *Vibrio* (*Vibrio alginolyticus...*), *Bacillus* và *Pseudomonas*.

Kiểu tác động của probiotic

Có nhiều nghiên cứu về cơ chế tác động của probiotic, tuy nhiên cũng chưa có những lý giải được chấp nhận hoàn toàn. Sau đây là tóm tắt những kiểu tác của **probiotic** theo L. Verschuere và ctv. (2000) và *Jenn-Kan Lu* (2003):

● Probiotic sản sinh các chất ức chế

Vi khuẩn probiotic có thể sản sinh một số hoá chất có tác dụng diệt khuẩn hay ức chế hoạt động của vi khuẩn bệnh dưới dạng đơn hay hỗn hợp như *kháng sinh*, *bactericins*, *siderophores*, *lysozymes*, *proteases*, *hydrogen peroxid*, *axit hữu cơ* hay *diacetyl*, nhờ đó ngăn chặn bệnh và hạn chế sự cạnh tranh các chất dinh dưỡng và năng lượng của những vi khuẩn có hại.

Tác động này có thể thực hiện trên bề mặt (trên da) và trong ruột động vật chủ hay trong môi trường nuôi cấy vi khuẩn.

Các nhà vi sinh học đã đưa ra các bằng chứng sau:

Lactobacillus sp. có thể sản sinh bactericins là chất ức chế trưởng của vi khác (chủ yếu là vi khuẩn gram (+)).

Các vi khuẩn biển sản sinh enzym phân giải vi khuẩn chống lại *Vibrio parahaemolyticus* (*V. parahaemolyticus* là vi khuẩn hiếu khí gram (-), thường nhiễm trong hải sản và gây độc cấp tính cho người).

Alteromonas sp. dòng B-10-31, phân lập từ nước biển gần bờ của Nhật sản sinh monastatin có tác dụng ức chế hoạt tính protease của *Aeromonas hydrophila* và *V. anguillarum* (hai vi khuẩn này thuộc vi khuẩn gram (-) thường nhiễm trong nước, trong đất và thực phẩm).

- **Tranh giành hoá chất/năng lượng với những vi khuẩn khác**

Tất cả các vi khuẩn đều yêu cầu Fe để tăng trưởng. Siderophores là chelat sắt ba khối lượng phân tử thấp (<1500) do vi khuẩn probiotic sinh ra và có thể hoà tan sắt kết tủa để cho vi khuẩn sử dụng, các khuẩn hại không có khả năng này cho nên thiếu sắt cho tăng trưởng của chúng.

Bản thân vi khuẩn có hại bị loại bỏ thì cũng có nghĩa là loại bỏ được đối thủ cạnh tranh các chất dinh dưỡng và năng lượng dùng cho vi khuẩn probiotic và cho con vật chủ.

Cơ chế này xảy ra ở mô và được thực nghiệm với *V. anguillarum* (dòng VL4335).

- **Tranh giành vị trí bám dính với vi khuẩn có hại**

Vi khuẩn probiotic có thể ngăn trở sự khu trú của bệnh sinh theo cơ chế tranh giành vị trí bám dính trên vách ruột hay trên bề mặt các mô khác.

Vi khuẩn bám dính trên niêm mạc ruột nhờ cơ chế đặc trưng (dựa vào chất bám dính (adhesin) của vi khuẩn và các phân tử receptor của thượng bì ruột) và cơ chế không đặc trưng (dựa vào những yếu tố hoá vật lý học).

Năng lực cạnh tranh bám dính và sinh trưởng trong ruột hay niêm dịch đã được chứng minh in vitro trên vi khuẩn probiotic *Carnobacterium* dòng K1 đối với *V. anguillarum* và *A. hydrophila*.

- **Nâng cao đáp ứng miễn dịch của ruột**

Kháng nguyên của probiotic kích thích tế bào niêm ruột sản sinh kháng thể chống lại bệnh. Chất ức chế của probiotic tiếp tục nâng cao hiệu quả của kháng thể của con vật chủ.

Trong thực nghiệm người ta thấy động vật thí nghiệm được bổ sung vi khuẩn lactic đã tăng khả năng chống lại bệnh truyền nhiễm đường ruột khá rõ rệt.

- **Cải thiện chất lượng nước**

Xử lý nước nuôi thủy sản bằng probiotic đã thấy giảm được chất hữu cơ trong nước của ao nuôi, giảm được BOD (Biochemical Oxygen Demand: yêu

cầu oxy sinh hoá) và giảm độc amonia, nitrit và hydrogen sulfide, không chế được vi khuẩn bệnh.

Ngoài các kiểu tác động trên người ta cũng thấy rằng vi khuẩn probiotic còn góp thêm enzym cho con vật chủ cũng như cung cấp các nguyên tố đa vi lượng cho con vật chủ, giúp con vật chủ sử dụng thức ăn hiệu quả hơn và tăng trưởng tốt hơn.

Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng trong môi trường tác với vi tảo thì vi khuẩn probiotic lại ức chế sự phát triển của vi tảo, đặc biệt tảo đỏ. Trong số 41 dòng vi khuẩn thử nghiệm có tới 23 dòng ức chế sinh trưởng của tảo đơn bào *Pavlova lutheri* ở những mức độ khác nhau. Vi khuẩn probiotic hạn chế sự phát triển của tảo là điều không mong muốn trong nuôi ấu trùng bằng kỹ thuật nước xanh (green-water technique), tức là kỹ thuật bổ sung thêm tảo đơn bào cho ấu trùng.

Ứng dụng probiotics trong nuôi trồng thủy sản

Có 3 cách sử dụng probiotic trong nuôi trồng thủy sản:

Đưa trực tiếp vào nước để vi khuẩn probiotic khu trú trước trong nước, trộn probiotics vào thức ăn, ương nuôi thức ăn sống (rotifier, artemia) với probiotic.

- **Kết quả thực nghiệm trên cá**

Cá hồi đại dương (Atlantic salmon) và cá hồi nước ngọt (*O. mykiss*) nuôi bằng thức bổ sung vi khuẩn probiotic là *Camobacterium*, vi khuẩn bệnh được dùng trong thực nghiệm là *Aeromonas salmonicida*.

Số lượng *A. salmonicida* trong phân từ 10^5 CFU/g giảm còn 10^2 CFU/g phân sau khi dùng probiotic trong 3 ngày.

Vi khuẩn probiotics là *Pseudomonas fluorescens* cũng có tác dụng hạn chế *A. salmonicida* do cơ chế tranh giành sắt. Vi khuẩn *P. fluorescens* tác động bên ngoài cơ thể cá.

- **Kết quả thực nghiệm trên các loài giáp xác (crustaceans)**

+ Kết quả thực nghiệm trên tôm

Artemia ương nuôi bằng môi trường bổ sung *Bacillus sp.* đã cải thiện tỷ lệ nuôi sống của tôm *Penaeus monodon* khi cho nhiễm *Vibrio harveyi*. Sau 10 ngày nuôi nhóm tôm thí nghiệm có tỷ lệ nuôi sống là 100% còn nhóm đối chứng là 26%.

Vi khuẩn probiotic là *V. alginolyticus* hàng ngày đưa vào bể nuôi ấu trùng tôm (bể 25-60 tấn) đã làm tỷ lệ nuôi sống và khối lượng của tôm cao hơn tôm đối chứng hay tôm dùng oxytetracycline.

Vi khuẩn có hại *V. paraheamolyticus* không phát hiện thấy trên tôm dùng probiotic, trong khi đó phát hiện thấy 10% mẫu tôm có vi khuẩn gây bệnh này trên tôm nhận kháng sinh hay trên tôm đối chứng.

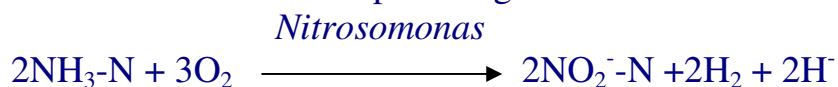
ở Indonesia người ta dùng *Bacillus* cho ao nuôi tôm đã giúp tôm phát triển 160 ngày không có vấn đề gì, trong khi đó tất cả những ao nuôi không dùng *Bacillus* đều thất bại do *Vibrio* đã giết chết tôm trước 80 ngày nuôi.

+ **Kết quả thực nghiệm trên cua**

Diatom và rotifier ủ với dòng vi khuẩn PM-4 rồi đưa vào bể nuôi ấu trùng cua (*Portunus trituberculatus*) trong 7 ngày, dung tích bể 200m³, bể cũng đã nuôi diatom và rotifier. Có mối tương quan âm giữa sự có mặt của PM-4 với mật độ của *Vibrio spp.* Trong 7 thí nghiệm, tỷ lệ sống của ấu trùng cua bổ sung PM-4 là 27,2%; trong 6/9 thí nghiệm không có PM-4, ấu trùng không phát triển, tỷ lệ sống chỉ đạt 6,8%.

● **Probiotics dùng trong xử lý nước**

Hợp chất hữu cơ trong nước, dưới tác của hầu hết vi khuẩn, bị phân giải thành amoniac, amoniac tham gia vào quá trình nitrit hoá biến thành nitrit (NO₂⁻) rồi thành nitrat (NO₃⁻) nhờ nhóm vi khuẩn tự dưỡng mà chủ yếu là *Nitrosomonas* và *Nitrobacter* theo phản ứng tóm tắt như sau:



Nitrat lại được thực vật và tảo biến thành nitrit rồi được chloroplast chuyển thành NH₄⁺ để sinh tổng hợp protein. Protein lại bị vi khuẩn phân giải thành NH₃.

Quá trình phân giải hình thành NH₃ nhanh hơn quá trình lấy NH₃ để tổng hợp protein, nồng độ NH₃ trong nước sẽ cao và có hại cho sự sống của động vật nước.

Thông thường người ta dùng chất hấp phụ (như zeolite hay De-Odorase chiết từ cây Yucca) để giảm lượng NH₃ trong môi trường nuôi. Vi khuẩn probiotic (chủ yếu là *Nitrobacter*) có vai trò thúc đẩy quá trình nitrit hoá nhờ đó làm giảm bớt nồng độ NH₃ trong nước.

Nhóm vi khuẩn *Bacillus sp.* cũng thường được sử dụng để xử lý nước.

Ngày nay probiotic đã được dùng khá phổ biến trong chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Thông thường người ta phối hợp **probiotic** với **prebiotic** (prebiotic là những chất hỗ trợ vi khuẩn có lợi phát triển và loại bỏ những vi khuẩn có hại như manan oligosacharide và glucan oligosacharide), với vi khoáng và với chất hấp phụ amoniac. Ví dụ Shrimp-604TM của hãng Alltech (Mỹ) là sản phẩm phối hợp của manan oligosacharide, crôm và selen hữu cơ cùng với chất hấp phụ amoniac chiết rút từ cây yucca dùng cho tôm rất hiệu quả (năng suất và tỷ lệ nuôi sống tăng 10%, hiệu suất chuyển hoá thức ăn tăng 20%, tốc độ tăng trưởng tăng 30%).

2-CHẤT KHÁNG DINH DƯỠNG VÀ CHẤT ĐỘC

2.1- Chất kháng dinh dưỡng

+Chất ức chế tripsin:

Đỗ tương sống chứa các tinh thể protein dạng cầu có tác dụng ức chế tripsine (1kg đỗ tương sống chứa khoảng 3g), những tinh thể protein này kết hợp với tripsine và chimotripsine tạo thành những phức bền, làm mất hoạt tính của enzym. Cá ăn đỗ tương sống thì sinh trưởng bị ức chế do sự tiêu hóa protein bị cản trở. Tuy nhiên phản ứng của cá với chất ức chế tripsine khác nhau theo với loài, cá hồi thì nhạy cảm hơn so với cá da trơn và cá chép. Chất ức chế tripsine không bền với nhiệt, như vậy xử lý nhiệt sẽ loại bỏ được nó.

+ Tác nhân gây ngưng huyết (hemagglutinin):

Ngoài chất ức chế tripsine, đỗ tương còn chứa hemagglutinin (còn gọi là lectin), một chất làm ngưng kết hồng cầu. Tuy nhiên hemagglutinin bị pepsin dạ dày phân hủy, như vậy những loài cá có dạ dày thì chất này không gây tác hại được.

+ Axit phytic:

Khoảng 70% photpho của đỗ tương và của nhiều loại thức ăn thực vật ở dưới dạng phytat và cá không sử dụng được P dưới dạng này. Axit phytic còn có thể kết hợp với protein, axit amin, các chất khoáng như Ca, Mg, Fe, Cu, Mn,

Zn... tạo thành những phức không tiêu hóa hấp thu được. Thí nghiệm thêm 0,5% axit phytic vào khẩu phần cá hồi đã thấy sinh trưởng của và hiệu suất chuyển hoá thức ăn của cá giảm 10%.

+ *Gossypol*:

Gossypol chứa trong tuyến sắc chất của hạt bông, hàm lượng khoảng 2,4 %khối lượng hạt. Gossypol liều cao trong khẩu phần cá làm giảm sinh trưởng và làm tổn hại đến mô của một số cơ quan. Gossypol cũng có thể gây ung thư cùng với aflatoxin B ở cá rainbow trout. Gossypol có thể kết hợp với lysin, gây thiếu lysin trong khẩu phần từ đó làm giảm sinh trưởng.

Cá có thể dung nạp một lượng gossypol tự do nhất định, tuy nhiên mức dung nạp tùy thuộc vào loài. Ví dụ salmonid dung nạp ở mức 250mg/kg khẩu phần (tuy nhiên không nên cung cấp quá mức 100mg/kg kp), blue tilapia có thể dung nạp ở mức 1800mg/kg khẩu phần.

+ Glucosinolates:

Glucosinolates thấy trong một số hạt nhiều dầu như cải dầu. Hạt cải dầu có thể chứa 3 – 8% glucosinate, tuy nhiên những giống cải tiến chỉ có dưới 0,2mg/g (cải dầu loại này còn có tên là canola). Glucosinate bản thân nó không độc nhưng bị enzym myrosinase thủy phân thành ion thyocyanate hay izothyocyanate. Các sản phẩm thủy phân này sẽ cản trở sự lấy I để tổng hợp thyroxin và gây tăng sinh tuyến giáp và giảm thyroxin huyết tương. Xử lý nhiệt chỉ loại bỏ được myrosinase nhưng không loại bỏ được glucosinate.

2.2- Chất độc nguồn gốc hóa học

Những chất độc nguồn gốc hóa học thường dây lẩn trong thức ăn của cá là thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ, hợp chất clo hữu cơ như endrin, dieldrin, DDT, DDE, và những chất thải công nghiệp như polychlorin biphenyl (PCB), phtalate esters, hexachloro benzen (HCB) ... Hầu hết các tồn dư hóa chất này có trong dầu cá hay bột cá bị dây lẩn.

Nước bị ô nhiễm những hóa chất này làm cho trứng không nở được, cá con bị chết rất nhiều.

Toxaphe can thiệp vào chuyển hóa vitamin C ảnh hưởng đến tổng hợp collagen, từ đó làm cho xương phát triển không bình thường.

Dieldrin làm giảm hoạt tính của enzym phenylalanin hydroxylase, hậu quả keto axit máu tăng, làm cá chậm sinh trưởng. Dieldrin cũng làm giảm hoạt tính glutathion synthetase, giảm khả năng khử độc NH_3 . DDT và những hợp chất endrin làm tăng hoạt động tuyến giáp, ức chế chuyển hóa glycogen của gan, ức chế Na^+ và K^+ ATPase ở mang và thận gây khối u ở mang và rối loạn thần kinh.

Phòng thí nghiệm quốc gia về nghề cá Columbia (Mỹ) đã khuyến cáo dầu cá (dùng trong khẩu phần cá với mức 3 – 5%) không được chứa > 2ppm và bột cá không được chứa > 0,1 ppm clo hữu cơ và PCB. Quy định của cơ quan FDA (Food and Drug Administration) chỉ cho phép mức PCB_A tối đa trong thức ăn cá là 0,2 ppm và trong thức ăn động vật là 2,0 ppm. Ngay đối với môi trường nước người ta cũng quy định mức PCB_A , mức này đối với nhóm cá hồi và cá nước ngọt là < 0,002 ppm.

Các chất độc nguồn gốc hóa học khác như kim loại nặng, nitrit cũng nguy hại. Thủy ngân có trong các thuốc chống mốc, bảo quản hạt giống, làm sạch khoHg có thể tích lũy dần trong gan, đến mức nào đó thì gây độc.

Quy định về Hg trong môi trường nuôi cá hồi trung bình là 0,0005 ppm, tối đa là 0,002 ppm.

Hàm lượng N_{NO_2} trong nước là 0,55 mg/l có thể làm cho 50% cá hồi bị chết, cá nhỏ hơn liều LD_{50} còn thấp hơn. Ví dụ ở cá hồi khối lượng 12g liều này là 0,19 mg/l (sau 24 giờ nuôi), đối với Ictalurus liều $\text{LD}_{50}/96$ giờ là 24,8mg/l, liều gây chết 100% của NO_3 là 1400 mg/l.

Cadmium (Cd): nước chứa (Cd) gây độc cho nhiều loài cá. Cd hấp thu qua đường tiêu hóa gây chết hoại tế bào gan. Liều gây chết ở cá là 5 microgam/g khối lượng cơ thể.

2.3- Chất độc sinh học.

2.3.1. Salmonella

Nguồn lây nhiễm rất nghiêm trọng đối với thức ăn dự trữ trong kho, thường do loài gặm nhấm truyền vi khuẩn này. Có tới 1200 serotypes của vi khuẩn salmonella thấy ở động vật máu lạnh và máu nóng và trong số này có 80 serotypes gây bệnh.

Bột cá là nguồn thức ăn lây nhiễm salmonella lớn nhất. Để phòng tránh lây nhiễm vi khuẩn này phải phá vỡ chu trình phát triển của salmonella. Chu trình phát triển của salmonella thường bắt đầu từ chuột, phân chuột nhiễm salmonella làm cho thức ăn nhiễm vi khuẩn này và từ đó truyền cho cá.

23.2. *Mycotoxin*

Là chất độc do nấm mốc sinh ra, các mycotoxin thường gặp là :

+ *Aflatoxin* do nấm *Aspergillus flavus* và *A. parasitius* sinh ra. Có 4 loại aflatoxin là B₁, B₂, G₁ và G₂ trong đó B₁ là độc nhất.

Liều gây độc LD₅₀ của aflatoxin B₁ tính theo mg/kg thể trọng của cá là 0,5, của vịt là 0,35 – 0,56 và của gà là 6,5 – 16,5 mg/kg. Cá nước ấm có độ nhạy cảm với độc aflatoxin thấp hơn cá nước lạnh (LD₅₀ của cá hồi và cá da trơn lần lượt là 0,5 và 15 mg/kg thể trọng).

Khi bị nhiễm độc động vật bị chết đột ngột, mổ khám thấy gan sưng, hoại tử, xuất huyết, lách thận cũng có hiện tượng tương tự. Tác hại quan trọng của aflatoxin là làm suy giảm khả năng miễn dịch của cơ thể, con bệnh dễ bị mắc bệnh.

+ *Tricothecene T2* do nấm *Fusarium tricinctum* sinh ra với liều 15 mg/kg khẩu phần gây giảm tiêu thụ thức ăn, giảm sinh trưởng, giảm huyết cầu và Hb (thí nghiệm trên cá hồi).

+ *Cyclopiazoic axit* (CPA), một neurotoxin thường gắn với aflatoxin Đối với cá da trơn liều độc CPA là 0,1 mg/kg khẩu phần, bằng 1/10 so với liều độc của aflatoxin).

Câu hỏi ôn tập:

- 1- Đặc điểm dinh dưỡng của nhóm thức ăn giàu năng lượng và protein
- 2- Kể tên và nêu vai trò của những thức ăn bổ sung dinh dưỡng và phi dinh dưỡng.
- 3- Vì sao người ta đánh giá cao giá trị dinh dưỡng của thức ăn tự nhiên, ấu trùng tôm cá thích loại thức ăn nào?
- 4- Các chất độc nguồn gốc hóa học, sinh học và các chất kháng dinh dưỡng trong thức ăn của cá và tác hại của chúng.

CHƯƠNG 9

THỨC ĂN SỐNG (LIVE FOOD)

1/Vai trò của thức ăn sống đối với nuôi trồng thủy sản

Thức ăn sống (live food hoặc live feed) là các phiêu sinh (plankton). Phiêu sinh chính là chuỗi thức ăn sơ cấp và thứ cấp cho hầu hết động vật nước. Phiêu sinh có hai nhóm, đó là phiêu sinh thực vật (phytoplankton) và phiêu sinh động vật (zooplankton). Phytoplankton được coi là sinh vật tự dưỡng, bởi vì chúng có thể sử dụng nguồn carbon, nitơ đơn giản và ánh sáng mặt trời để sinh trưởng và phát triển; chúng là điểm xuất phát của chuỗi thức ăn. Zooplankton được coi là sinh vật dị dưỡng, chúng ăn những sinh vật tự dưỡng và các sinh vật dị dưỡng khác. Zooplankton lại là nguồn thực phẩm quan trọng của ấu trùng tôm và cá trong tự nhiên hay nuôi trồng.

Trong những năm 70, sản xuất của các trại cá và tôm hầu như dựa chủ yếu vào việc đánh bắt những cá giống (giai đoạn cá bột) sống trong tự nhiên. Tuy nhiên, từ sau khi kỹ thuật sản xuất ấu trùng từ đàn bố mẹ trở nên phổ biến thì hàng tỷ ấu trùng cá, ấu trùng thân mềm và giáp xác đã được sản xuất trong các trại giống trên toàn thế giới.

Ấu trùng là những sinh vật còn rất nhỏ, yếu đuối và chưa phát triển đầy đủ về mặt sinh lý như kích thước miệng còn nhỏ, giác quan và hệ thống tiêu hoá chưa hoàn thiện. Những yếu tố này hạn chế việc lựa chọn và sử dụng thức ăn thích hợp trong những pha nuôi dưỡng đầu tiên của ấu trùng.

Sau đây là những ví dụ minh họa thêm về những yếu tố gây khó khăn cho việc nuôi ấu trùng tôm và cá:

+ Kích thước miệng ấu trùng ở pha nuôi dưỡng đầu

Kích thước miệng của ấu trùng pha đầu giới hạn kích thước của các tiểu phần thức ăn mà ấu trùng có thể ăn. Nói chung, kích thước miệng có liên quan với kích thước cơ thể và kích thước cơ thể lại bị chi phối bởi đường kính của trứng và thời kỳ nuôi dưỡng nội sinh (tức là thời kỳ tiêu thụ túi lòng đỏ). Ví dụ: trứng cá hồi Atlantic thường lớn hơn trứng Gilthead seabream ít nhất 4 lần (bảng 1.9). Kết quả là ở lúc nở, ấu trùng cá hồi khá lớn và túi lòng đỏ cũng lớn đủ cung cấp thức ăn nội sinh trong 3 tuần phát triển đầu tiên, còn như ấu trùng cá Gilthead seabream thì rất nhỏ, túi lòng đỏ cũng nhỏ và cung cấp thức ăn nội sinh chỉ đủ trong khoảng 3 ngày. Ở pha đầu, ấu trùng cá hồi có thể ăn được những tiểu phần thức ăn có kích thước 1mm, còn như ấu trùng Gilthead seabream chỉ ăn được những tiểu phần có kích thước 0,1mm.

Bảng 1.9: Kích thước trứng và chiều dài ấu trùng lúc nở của một số loài cá*

Loài	Đường kính trứng (mm)	Chiều dài ấu trùng (mm)
Cá hồi Atlantic (<i>Salmo salar</i>)	5,0 - 6,0	15,0 - 25,0
Cá hồi vân (<i>Onchorhynchus mykiss</i>)	4,0	12,0 - 20,0
Cá chép (<i>Cyprinus caprio</i>)	0,9 - 1,6	4,8 - 6,2
Seabass châu Âu (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	1,2 - 1,4	7,0 - 8,0
Gilthead seabream (<i>Sparus aurata</i>)	0,9 - 1,2	3,5 - 4,0

Turbo (<i>Scophthalmus maximus</i>)	0,9 - 1,2	2,7 - 3,0
Sole (<i>Solea solea</i>)	1,0 - 1,4	3,2 - 3,7
Milkfish (<i>Chanos chanos</i>)	1,1 - 1,25	3,2 - 3,4
Grey mullet (<i>Mugil cephalus</i>)	0,9 - 1,0	1,4 - 2,4
Greasy grouper (<i>Epinephelus tauvina</i>)	0,77 - 0,90	1,4 - 2,4
Bream (<i>Acanthopagrus cuvieri</i>)	0,78 - 0,84	1,8 - 2,0

* Nguồn: Jones và Houde, 1981 (dẫn theo Patric Lavens và Patric Sorgeloos, 1996)

+ Ống tiêu hoá

Tình trạng phát triển của hệ thống tiêu hoá của ấu trùng pha đầu cũng cho biết ấu trùng có thể tiêu hoá được thức ăn vào hay không. Ví dụ: ấu trùng cá hồi pha đầu đã có ống tiêu hoá phát triển tốt với hệ thống enzyme cho phép tiêu hoá được thức ăn đập vụn (feed crumble). Ngược lại, ấu trùng cá Gilthead seabream (giống như ấu trùng nhiều loài cá khác) không có dạ dày hoàn chỉnh, ống tiêu hoá thì ngắn, chỉ có một số enzyme hoạt động ở đầu pha nuôi dưỡng. Từ đó thấy rằng ấu trùng của những cá này chỉ có thể sử dụng được những nguồn thức ăn mà:

- dễ tiêu hoá (như thức ăn chứa một số lớn axit amin tự do và oligopeptide thay cho những phân tử protein phức hợp).
- chứa enzyme cho phép thức ăn tự phân giải.
- cung cấp đầy đủ các chất dinh dưỡng quan trọng mà ấu trùng yêu cầu.

Nói chung thức ăn phối chế không đáp ứng được tất cả các yêu cầu cho ấu trùng các loài cá nhỏ như Gilthead seabream và kết quả là ấu trùng nghèo sinh trưởng và có tỷ lệ chết cao. Trái lại, thức ăn sống thì có thể đáp ứng được tất cả các tiêu chuẩn cần thiết của ấu trùng các loài cá nhỏ. Ngoài ra, thức ăn sống còn có tác dụng kích thích sự phát triển các giác quan của ấu trùng. Các giác quan của ấu trùng như thị giác, khứu giác, vị giác và đường bên rất quan trọng đối với việc phát hiện thức ăn. Tuy vậy các cơ quan này lại phát triển chưa hoàn thiện khi ấu trùng còn non. Ví dụ võng mạc mắt của ấu trùng cá chỉ chứa tế bào hình nón, khiến cho năng lực thị giác kém, nhưng võng mạc mắt của cá giai đoạn lớn hơn (giai đoạn cá hương), ngoài tế bào hình nón còn có tế bào hình gậy với nhiều sắc chất thị giác trên võng mạc, nhờ vậy năng lực thị giác tốt hơn. Thức ăn sống thường có độ tương phản tốt hơn thức ăn nhân tạo và nhờ vận động liên tục mà có hiệu quả kích thích, giúp cho giác quan ấu trùng phát triển. Ngoài ra nhờ khả năng bơi của thức ăn sống mà thức ăn được phân bố đều trong cột nước, giúp cho ấu trùng có nhiều cơ hội gặp được thức ăn.

Khẩu phần tự nhiên của hầu hết các loài cá nuôi gồm những loài phytoplankton (diatoms, flagellates vv..) và zooplankton khác nhau (copepods, cladocerans, ấu trùng decapod, rotifers, ciliates vv..). Sự phong phú và đa dạng của thức ăn sống với những kích thước và thành phần dinh dưỡng khác nhau đã cho ấu trùng cá những cơ may tuyệt vời để tăng trưởng và phát triển.

Ngày nay ba nhóm thức ăn sống dùng phổ biến để nuôi ấu trùng ở quy mô công nghiệp (industrial larviculture) là:

1/ Những loài vi tảo có kích thước 2 đến 20 µm sử dụng cho:

- hai mảnh vỏ (bivalves)
- tôm thẻ (penaeid shrimp)

- rotifer, copepods...
- cá

2/*Brachionus plicatilis* sử dụng cho:

- giáp xác (crustaceans)
- cá biển

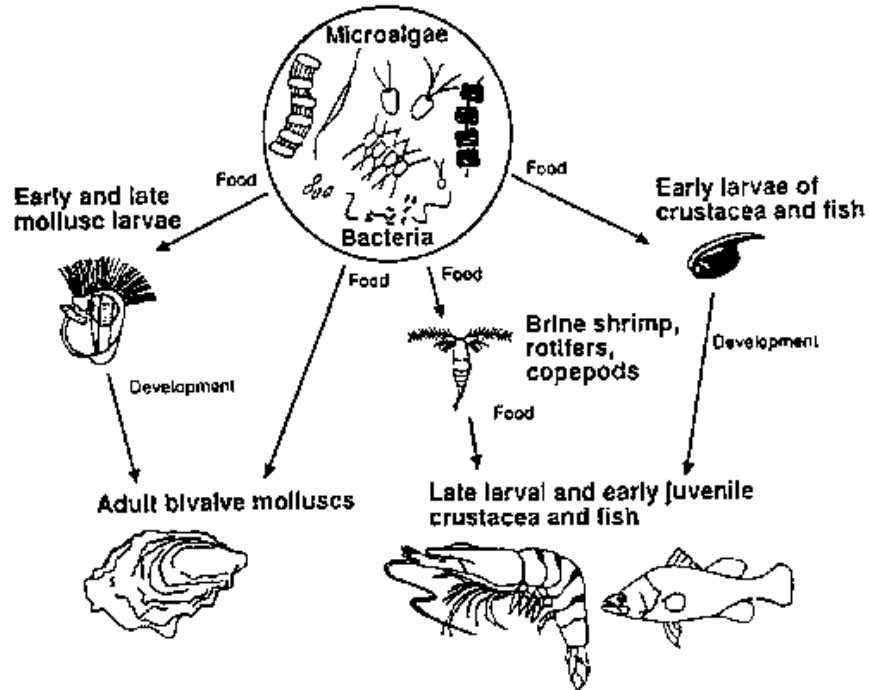
3/*Artemia* spp. (meta-)nauplii cho:

- giáp xác (crustaceans)
- cá

Ngoài các nhóm trên, một số loại thức ăn sống khác cũng được dùng với mức độ hạn chế hơn, bao gồm *Brachionus rubens*, *Moina* spp., daphnids, trứng *Artemia* khủ vỏ cho cá nước ngọt và ấu trùng tôm và sinh khối *Artemia* cho ấu trùng tôm hùm, postlarvae tôm và tôm bố mẹ, cá biển giai đoạn cá hương. Trong vài năm gần đây người ta đạt được kết quả rất tốt trong việc nuôi tôm bằng một số sản phẩm bổ sung và thay thế thức ăn sống. Tuy nhiên đối với việc nuôi cá biển giai đoạn đầu bằng loại thức ăn này thì kết quả còn rất hạn chế.

2/ Vi tảo (micro-algae)

Vi tảo là nguồn thức ăn cho tất cả các giai đoạn sinh trưởng của động vật hai mảnh vỏ, thức ăn cho ấu trùng của một số loài giáp xác và thức ăn cho một số loài cá ở giai đoạn sinh trưởng đầu. Mặt khác tảo lại là nguồn thức ăn của zooplankton và chính zooplankton lại là nguồn thức ăn cho ấu trùng của cá và giáp xác giai đoạn ấu trùng và giai đoạn cá hương. Bên cạnh đó, việc nuôi ấu trùng cá biển theo kỹ thuật nước xanh (green water technique), tảo được dùng trực tiếp trong các tank ấu trùng và chúng đóng vai trò làm ổn định chất lượng nước, cung cấp dinh dưỡng cho ấu trùng và khống chế vi khuẩn (hình 1.9).



H. 1.9: Vai trò trung tâm của vi tảo trong nuôi trồng biển (theo Brown et al., 1989)

2.1- Các loài tảo nuôi trồng chủ yếu

Ngày nay 40 loài vi tảo khác nhau được phân lập từ khắp nơi trên thế giới được nuôi trồng theo phương thức thâm canh. Bảng 2.9 cho biết 8 lớp chính và 32 genera tảo nuôi trồng đang được dùng để nuôi dưỡng những nhóm động vật nước quan trọng.

Bảng kê các loài tảo trong bảng bao gồm các loài diatoms, tảo xanh chlorococcalean và tảo xanh hình roi (flagellated), tảo xanh hình sợi có kích thước từ vài micromet đến hơn 100µm. Hầu hết những loài tảo dùng thường xuyên trong nuôi biển là diatoms *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira pseudonana*, *Cheatocecos gracilis*, *C. calcitrans*, tảo roi *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Monochrysis lutheri* và *Chorella* spp. (H.2.9).

Table 2.9: Các lớp và genera vi tảo chủ yếu được nuôi trồng *

Class	Genus	Ứng dụng
Bacillariophyceae	<i>Skeletonema</i>	PL, BL, BP
	<i>Thalassiosira</i>	PL, BL, BP
	<i>Phaeodactylum</i>	PL, BL, BP, ML, BS
	<i>Chaetoceros</i>	PL, BL, BP, BS
	<i>Cylindrotheca</i>	PL
	<i>Bellerochea</i>	BP
	<i>Actinocyclus</i>	BP
	<i>Nitzschia</i>	BS
	<i>Cyclotella</i>	BS
Haptophyceae	<i>Isochrysis</i>	PL, BL, BP, ML, BS
	<i>Pseudoisochrysis</i>	BL, BP, ML
	<i>Dicrateria</i>	BP
Chrysophyceae	<i>Monochrysis (Pavlova)</i>	BL, BP, BS, MR
Prasinophyceae	<i>Tetraselmis (Platymonas)</i>	PL, BL, BP, AL, BS, MR
	<i>Pyramimonas</i>	BL, BP
	<i>Micromonas</i>	BP
Cryptophyceae	<i>Chroomonas</i>	BP
	<i>Cryptomonas</i>	BP
	<i>Rhodomonas</i>	BL, BP
Cryptophyceae	<i>Chlamydomonas</i> <i>Chlorococcum</i>	BL, BP, FZ, MR, BS BP
	Xanthophyceae	<i>Olisthodiscus</i>
Chlorophyceae	<i>Carteria</i>	BP
	<i>Dunaliella</i>	BP, BS, MR
Cyanophyceae	<i>Spirulina</i>	PL, BP, BS, MR

* De Pauw and Persoone, 1988

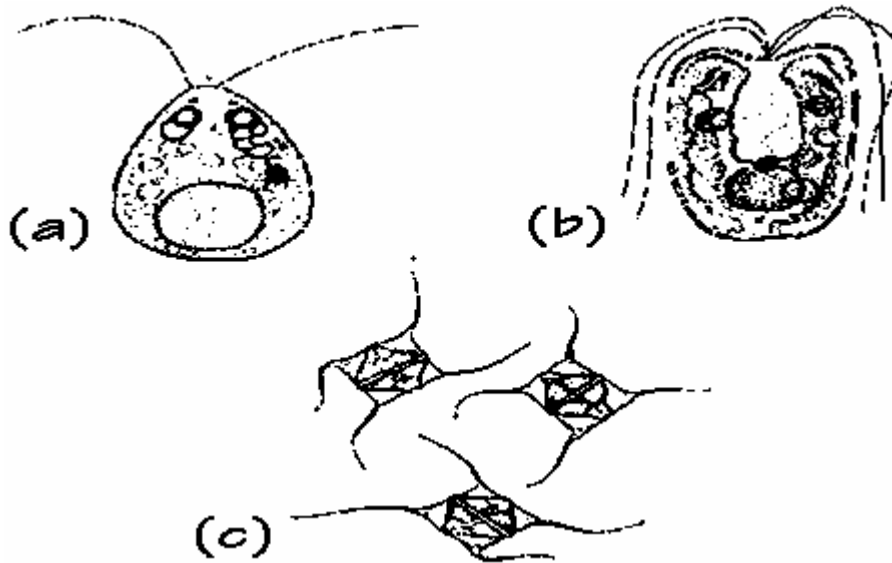
PL, ấu trùng penaeid shrimp ; BL, ấu trùng bivalve mollusc;
ML, ấu trùng tôm nước ngọt; BP, hậu ấu trùng bivalve mollusc;
AL, ấu trùng abalone ; MR, rotifers biển (*Brachionus*);
BS, brine shrimp (*Artemia*); SC, copepods nước mặn;
FZ, zooplankton nước ngọt

2.2- Giá trị dinh dưỡng của vi tảo

Giá trị dinh dưỡng của vi tảo phụ thuộc vào kích thước tế bào, tỷ lệ tiêu hoá, chất độc và thành phần sinh hoá (bảng 3.9). Điều kiện nuôi trồng cũng ảnh hưởng nhiều đến giá trị dinh dưỡng của vi tảo. Tuy biến động khá rộng tùy theo các lớp và các loài, nhưng hàm lượng protein, lipid và carbohydrate biểu thị bằng % chất khô nằm trong phạm vi 12-35, 7,2-23 và 4,6-23, lần lượt.

Các acid béo chưa no HUFA, đặc biệt eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n-3), arachidonic acid (ARA, 20:4n-6) và docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) giữ vai trò quan trọng trong việc đánh giá giá trị dinh dưỡng đối với một loài tảo dùng để nuôi động vật biển. EPA có nhiều trong các loài diatom (*Chaetoceros calcitrans*, *C. gracilis*, *S. costatum*, *T. pseudomonas*) và prymnesiophyte *Platymonas lutheri*, còn DHA thì có nhiều trong prymnesiophytes (*P. lutheri*, *Isochrysis sp.*) và *Chroomonas salina*.

Thành phần acid béo của 10 loài vi tảo phát triển dưới những điều kiện xác định và thu hoạch ở pha log được trình bày ở sơ đồ 3.9. Vi tảo cũng là một nguồn giàu vitamin C (0,11 - 1,62 %/chất khô).



H.2.9: Một vài loại tảo biển dùng làm thức ăn trong nuôi trồng thủy sản: (a) *Tetraselmis* spp., (b) *Dunaniella* spp., (c) *Chaetoceros* spp. (theo Laing, 1991)

Bảng 3.9: Hàm lượng chlorophyll a, protein, carbohydrate và lipid của 16 loài vi tảo dùng phổ biến trong nuôi thủy sản (% theo chất khô)

Lớp và loài tảo	Chất khô	Chl a	Protein	Carbohydrate	Lipid
	(pg.cell ⁻¹)				
	(pg.cell ⁻¹)				
Bacillariophyceae					
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	11.3	0.34	3.8	0.68	1.8
<i>Chaetoceros gracilis</i>	74.8	0.78	9.0	2.0	5.2
<i>Nitzschia closterium</i>	-	-	-	-	-
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	76.7	0.41	23.0	6.4	10.7
<i>Skeletonema costatum</i>	52.2	0.63	13.1	2.4	5.0
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	28.4	0.27	9.7	2.5	5.5
Chlorophyceae					
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	99.9	1.73	20.0	12.2	15.0
<i>Nannochloris atomus</i>	21.4	0.080	6.4	5.0	4.5
Cryptophyceae					
<i>Chroomonas salina</i>	122.5	0.98	35.5	11.0	14.5
Eustigmatophyceae					
<i>Nannochloropsis oculata</i>	6.1	0.054	2.1	0.48	1.1
Prasinophyceae					
<i>Tetraselmis chui</i>	269.0	3.83	83.4	32.5	45.7
<i>Tetraselmis suecica</i>	168.2	1.63	52.1	20.2	16.8
Prymnesiophyceae					
<i>Isochrysis galbana</i>	30.5	0.30	8.8	3.9	7.0
<i>Isochrysis aff. Galbana (T-iso)</i>	29.7	0.29	6.8	1.8	5.9
<i>Pavlova lutheri</i>	102.3	0.86	29.7	9.1	12.3
<i>Pavlova salina</i>	93.1	0.34	24.2	6.9	11.2
	% theo chất khô				
Bacillariophyceae					
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	11.3	3.01	34	6.0	16
<i>Chaetoceros gracilis</i>	74.8	1.04	12	4.7	7.2
<i>Nitzschia closterium</i>	-	-	26	9.8	13
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	76.7	0.53	30	8.4	14
<i>Skeletonema costatum</i>	52.2	1.21	25	4.6	10
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	28.4	0.95	34	8.8	19
Chlorophyceae					

<i>Dunaliella tertiolecta</i>	99.9	1.73	20	12.2	15
<i>Nannochloris atomus</i>	21.4	0.37	30	23.0	21
Cryptophyceae					
<i>Chroomonas salina</i>	122.5	0.80	29	9.1	12
Eustigmatophyceae					
<i>Nannochloropsis oculata</i>	6.1	0.89	35	7.8	18
Prasinophyceae					
<i>Tetraselmis chui</i>	269.0	1.42	31	12.1	17
<i>Tetraselmis suecica</i>	168.2	0.97	31	12.0	10
Prymnesiophyceae					
<i>Isochrysis galbana</i>	30.5	0.98	29	12.9	23
<i>Isochrysis aff. Galbana (T-iso)</i>	29.7	0.98	23	6.0	20
<i>Pavlova lutheri</i>	102.3	0.84	29	9.0	12
<i>Pavlova salina</i>	93.1	0.98	26	7.4	12

+ Tảo *Chlorella*:

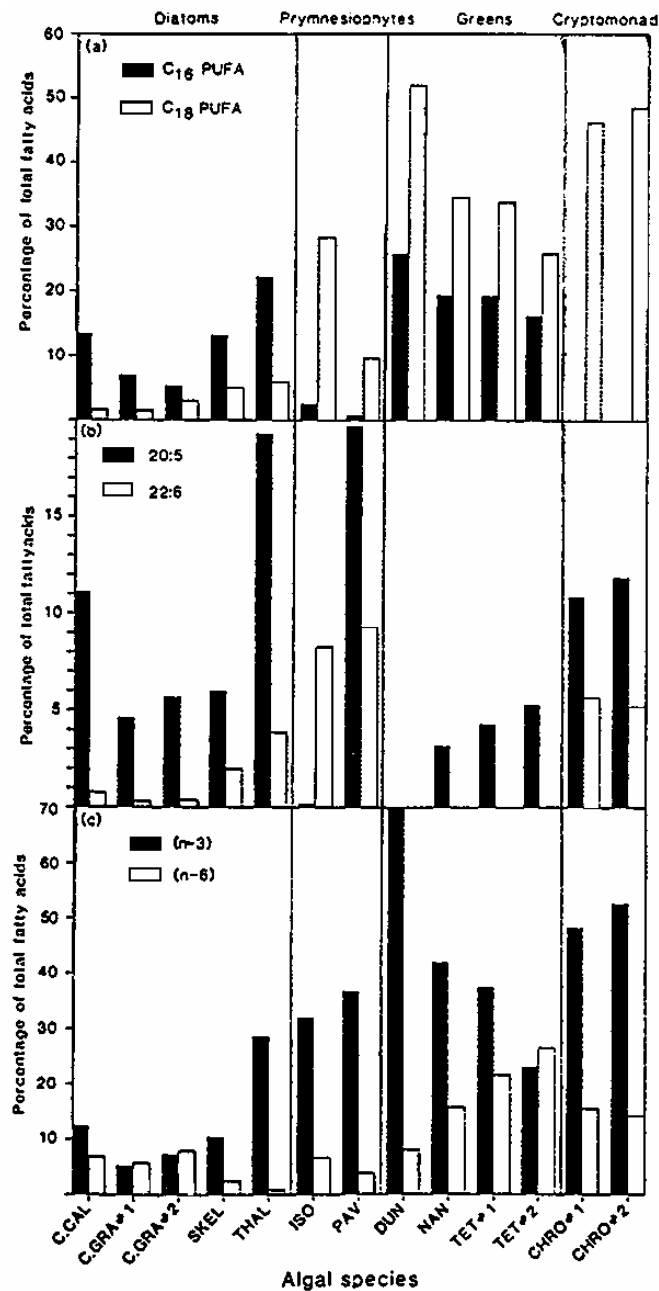
Chlorella được biết đến nhiều bởi vai trò quan trọng của nó về dinh dưỡng cũng như là nhân tố môi trường trong nuôi trồng thủy sản. Việc dùng *Chlorella* vào trong sản xuất đó là phương pháp nước xanh được áp dụng rộng rãi trong sản xuất giống tôm càng, một số loài cá và hai mảnh vỏ.

Khi ương ấu trùng tôm càng xanh, Cohen (1976) thấy rằng sự hiện diện của thực vật phiêu sinh có thể thúc đẩy sự tăng trưởng của ấu trùng tôm thông qua việc loại bỏ NH₃ và một số chất độc khác. Joshep (1977) cũng ghi nhận sự bổ sung tảo sẽ làm cho môi trường nước trở nên giàu dinh dưỡng, cung cấp những hợp chất vi lượng mà thức ăn ban đầu và thức ăn bổ sung không có.

Chlorella cũng được chú ý nhiều trong sản xuất giống cua *Scylla serrata*. Ở Đài Loan, Nhật Bản, ấu trùng cua được ương trong môi trường có bổ sung *Chlorella*. Thêm *Chlorella* vào môi trường ương, tỉ lệ sống của cua tăng cao.

Ngoài ra, *Chlorella* còn là thức ăn rất quan trọng trong ương nuôi luân trùng và động vật phiêu sinh khác. Bên cạnh những loài *Chlorella* biển, loài *Chlorella* nước ngọt, *Chlorella vulgairs*, cũng được thử nghiệm thành công làm thức ăn cho luân trùng. Theo một số báo cáo, tốc độ tăng trưởng và sức sinh sản trung bình của luân trùng cao nhất khi cho ăn *Chlorella*, tiếp theo là loài *Isochrysis galbana* (Nagata và Whyte, 1992). Với hàm lượng HUFA cao, *Chlorella* không chỉ là thức ăn quan trọng của luân trùng mà còn được dùng để làm giàu acid béo cho luân trùng và một số động vật phù du khác trước khi dùng chúng làm thức ăn cho cá và các loài nuôi thủy sản khác.

Sơ đồ 3.9. Thành phần acid béo của 10 loài vi tảo. (Volkman et al., 1989).



Ghi chú:
 (a) C16- & C18-polyunsaturated fatty acids (PUFA); (b) 20:5n-3 and 22:6n-3; (c) (n-3) and (n-6) PUFA.
 Các loài tảo (viết tắt):
 C. CAL: Chaetoceros calcitrans; C.GRA: C. gracilis; SKEL: Skeletonema costatum; THAL: Thalassiosira pseudonana; ISO: Isochrysis sp. (Tahitian); PAV: Pavlova lutheri; DUN: Dunaliella tertiolecta; NAN: Nannochloris atomus; TET: Tetraselmis suecica; CHRO: Chroomonas salina.

+ Tảo *Dunaliella*:

Tảo *Dunaliella* có chứa hàm lượng glycerol và β -caroten cao nên được xem là đối tượng nuôi đầy triển vọng, dùng làm thức ăn không chỉ trong nghề nuôi thủy sản mà còn nhiều lĩnh vực khác. Trong các loài thuộc giống *Dunaliella*, loài *D. salina* có hàm lượng β -caroten cao nhất (Borowitzka, 1990), chiếm 20% trọng lượng khô (Kranzfelder, 1991). Trong nuôi thủy sản, *Dunaliella* đóng vai trò trong chế độ dinh dưỡng của nhuyễn thể nhưng với mức độ khác nhau tùy theo loài nhuyễn thể.

Quan sát quá trình tiêu hóa của ấu trùng *Strombus gigas* với 8 loại tảo khác nhau (*Isochrysis galbana*, *Tetraselmis chuii*, *T. seucica*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlamidomonas cocoides*, *Thalassiosira fluviatilis*, *Chlorella sp.*, và *Chaetoceros sp.*), Aranda (1994) thấy rằng quá trình tiêu hóa tảo *Tetraselmis chuii*, *Chaetoceros sp.* và *Chlorella sp.* nhanh hơn so với 5 loài tảo còn lại. Sự tiêu hóa tảo *Chaetoceros sp.* và *Chlorella sp.* nhanh hơn so với tảo *D. tertiolecta*... Khi ương ấu trùng *Mytilus galloprovincialis* với các loài tảo *Dunaliella tertiolecta*, *T. seucica*, *I. Galbana*, *P. tricorutum*, dạng đơn lẻ hay hỗn hợp, kết quả cho thấy tỉ lệ sống và sức tăng trưởng của ấu trùng thấp nhất ở nghiệm thức cho ăn hỗn hợp *T. seucica* và *I. Galbana* (Moskera và ctv., 1989). *Dunaliella* không chỉ có vai trò quan trọng trong ương nuôi nhuyễn thể mà chúng còn dùng làm thức ăn cho một số loài cá biển, cho *Artemia* và động vật phiêu sinh khác.

+ Tảo *Spirulina*:

Cùng với *Chlorella* và *Dunaliella*, *Spirulina* cũng là loài tảo rất giàu protein, acid amin thiết yếu, acid béo, khoáng, vitamin và các hợp chất carotenoid nên chúng được xem là nguồn dinh dưỡng rất tốt trong nuôi thủy sản. Mustafa và ctv. (1994) thông báo *Spirulina* được thêm vào làm thức ăn bổ sung cho *Pagrus major* với tỉ lệ 5% đã làm tăng tốc độ tăng trưởng của cá, hiệu quả chuyển đổi thức ăn và hiệu suất sử dụng protein; thành phần protein có trong thịt cá không bị ảnh hưởng xấu. So với những loại tảo có kích thước lớn được thí nghiệm trước đó thì loài *Spirulina* ảnh hưởng tốt nhất đến sự tăng trưởng và sử dụng thức ăn của cá Red sea beam. El (1994) cũng cho biết tốc độ tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá Silver sea beam khác nhau không có ý nghĩa giữa nghiệm thức có bổ sung 50% *Spirulina* trong khẩu phần ăn với nghiệm thức đối chứng 100% bột cá. Tuy nhiên, thay 75% *Spirulina* thì có ảnh hưởng bất lợi. *Spirulina* cũng được đề nghị thay thế một phần bột cá trong chế độ ăn của cá rô phi *O. mossambicus*.

Boonyarapalin và ctv (1989) nghiên cứu về sự thay đổi màu sắc của cá rô phi đỏ *Oreoromic niloticus* với các nguồn bổ sung sắc tố khác nhau, gồm: *Spirulina marigold*, *Pepal meal*, bột đầu tôm, bột nghệ và thức ăn đối chứng. Ông thấy rằng tương ứng với các loại thức ăn trên, màu sắc của cá rô phi thay đổi theo thứ tự nâu đỏ, vàng lam, lam, cam và hơi cam. Một nghiên cứu khác cũng cho biết sắc tố của cá chép trở nên đậm hơn khi cho cá ăn khẩu phần có bổ sung 10% *Spirulina*. Nguồn cung cấp sắc tố khác là Marigold petal chỉ cho sự biến đổi màu nhẹ (Wutiporn-Phromkunthong, 1984). Sự biến đổi màu sắc của tôm sú nuôi cũng được Okada và ctv nghiên cứu. Các tác giả nghiên cứu sử dụng các nguồn bổ sung carotenoid khác nhau trong khẩu phần ăn của tôm từ β -caroten, *Spirulina*, Phaffia và krill oil. Họ nhận thấy *Spirulina* cho kết quả tốt nhất về sự gia tăng hàm lượng caroten trong vỏ của tôm. Nên cho tôm ăn với khẩu phần chứa 3% *Spirulina* trong 1 tháng trước khi thu hoạch.

Nghiên cứu về ảnh hưởng của các nguồn protein khác nhau trong khẩu phần ăn của tôm thẻ (*Penaeus indicus*), Ali (1992) phát hiện *Spirulina* và đậu phụng cho sức tăng trưởng của tôm tốt hơn so với bánh dầu dừa; hiệu quả sử dụng protein thô và giá trị sinh học của *Spirulina* cao hơn so với đậu phụng. Khi ương ấu trùng tôm he (*Penaeus*) từ giai đoạn Zoea 1 đến Mysis 2, Gu và ctv (1989) thấy rằng ấu trùng được cho ăn *Spirulina apletensis* và *S. platensis* cộng với bột đậu nành, đạt kích cỡ 663-757 μm , dài hơn có ý nghĩa so với thức ăn đối chứng chỉ dùng bột đậu nành. Tỷ lệ tôm sống của nghiệm thức trên đạt 48-53%, cao hơn rất nhiều so với đối chứng (11%).

+ Tảo khuê:

Trong lớp tảo khuê, loài *Skeletonema costatum* được phân lập lần đầu tiên bởi Masue (1941) đã được dùng rộng rãi và là thức ăn rất quan trọng của ấu trùng tôm biển. Hudinaga đã đạt được thành công đầu tiên trong việc sử dụng tảo này làm thức ăn cho ấu trùng tôm, tỷ lệ sống ở giai đoạn Mysis đạt 30%, cao hơn rất nhiều so với các kết quả trước đây, chỉ đạt 1% (Liao, 1983). Từ kết quả đó, nhiều loài tảo khuê khác như *Chaetoceros sp.*, *Thlasiosira*, *Isochrysis*,... cũng được nghiên cứu làm nguồn thức ăn cho ấu trùng tôm. Tùy theo từng loài tảo và đặc điểm của chúng mà mỗi loài đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng đối với ấu trùng tôm.

Trong quá trình phát triển của lĩnh vực sản xuất tôm giống, người ta đã chế biến ra nhiều loại thức ăn nhân tạo để thay thế một phần hoặc toàn bộ tảo khuê. Tuy nhiên, đến nay tảo khuê vẫn được xem là thức ăn tươi sống rất quan trọng của ấu trùng tôm. Trong thí nghiệm so sánh về sự ảnh hưởng của 9 loại thức ăn nhân tạo dùng thay cho tảo khuê (*Chaetoceros*) làm thức ăn cho ấu trùng tôm, Utama và ctv (1992) nhận thấy giảm mật độ tảo từ 50.000 xuống còn 5.000 tế bào/ml do việc thay thế tảo bằng thức ăn nhân tạo vẫn cho kết quả tốt, tỷ lệ sống của ấu trùng tôm giữa các nghiệm thức vẫn không khác nhau, nhưng mật độ tảo không thể thấp hơn 5.000 tế bào/ml. Hơn nữa, Chu (1991) cũng nhận thấy ấu trùng tôm *Metapenaeus ensis* và *Penaeus chinensis* cho ăn thức ăn nhân tạo bị chậm lớn và tỷ lệ sống luôn thấp hơn so với tôm cho ăn *Chaetoceros garcilis* và *Artemia*. Kết quả thí nghiệm của Chu (1989) cho thấy chỉ dùng một loài tảo *Chaetoceros gracilis* có thể cung cấp chế độ ăn đầy đủ dinh dưỡng cho ấu trùng tôm *Metapenaeus ensis* từ giai đoạn Zoea đến PL6 với tỷ lệ sống đạt 35-63%. Việc bổ sung *Artemia* không làm cải thiện được tỷ lệ sống của ấu trùng tôm.

Bên cạnh đó, tảo khuê còn đóng vai trò quan trọng trong nuôi nhuyển thể. Okauchi (1990) thí nghiệm tìm hiểu về vai trò của tảo đối với spat của trai (*Pinctada fucata*) và thấy sức tăng trưởng của spat cho ăn chỉ có tảo *Isochrysis aff galbana* thấp hơn so với spat cho ăn kết hợp *Isochrysis galbana* và *Chaetoceros garcilis*. Laing và ctv (1990) nghiên cứu về giá trị dinh dưỡng của tảo khô loài *Nannochloris sp.* và *Tetraselmis seucica* so với lô đối chứng gồm hỗn hợp tảo *Chaetoceros calcitral* và T-ISO dùng làm thức ăn cho ấu trùng nghêu Manila (*Tapes philipinarum*), thấy rằng ấu trùng nghêu cho ăn tảo khô có sức tăng trưởng bằng hoặc cao hơn so với cho ăn dạng tươi sống, nhưng thấp hơn so với lô đối chứng.

3/Luân trùng (rotifers)

1.3. Hình thái

Rotifer thuộc về lớp động vật đa bào nhỏ nhất. Trong số hơn 1000 loài đã được nhận biết, có tới 90% loài sống ở môi trường nước ngọt. Chiều dài cơ thể của rotifer khoảng 2mm, con đực nhỏ hơn và kém phát triển hơn con cái. Cơ thể của tất cả các loài gồm một số tế bào cố định (ví dụ các loài *Brachionus* chứa khoảng 1000 tế bào) (xem hình 3.9 mô tả sơ lược một số loài rotifer nước mặn và nước ngọt).

Rotifer có một lớp vỏ keratin được gọi lorica, hình thái và các loại gai cho phép phân biệt sự khác nhau giữa các loài.

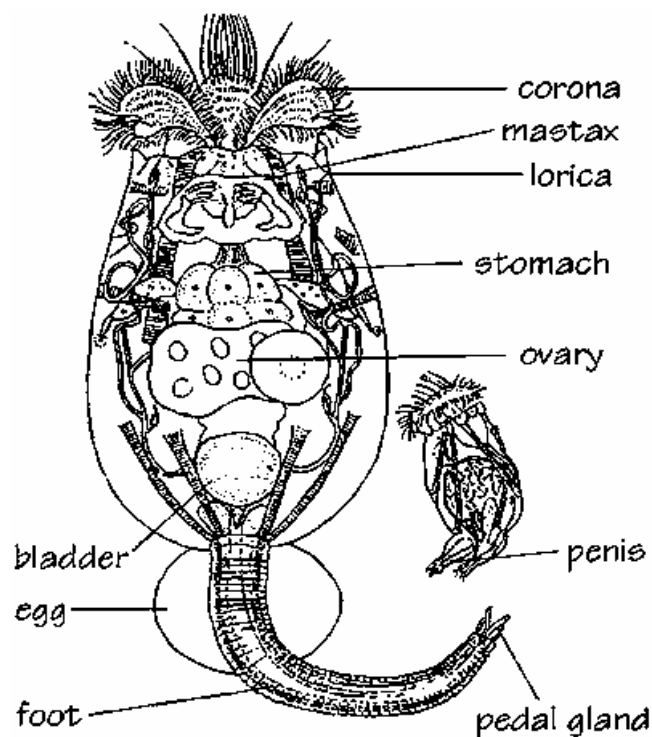
Cơ thể rotifer có 3 phần là đầu, thân và chân. Đầu mang cơ quan vận động, đó là các lông hình khuyên, giúp con vật vận động xoay tròn (vì thế rotifer có tên gốc là Rotatoria). Thân chứa ống tiêu hóa, cơ quan bài tiết và sinh sản. Cơ quan đặc trưng của rotifer là mastax, một cơ quan đã được canxi hóa ở vùng miệng, có vai trò nghiền những tiểu phần thức ăn đã ăn vào (xem hình 4.9).

2.3. Một vài đặc điểm sinh học quan trọng

Rotifer có hai nhóm loài, nhóm loài nước mặn và nhóm loài nước ngọt.

Trong nhóm loài nước mặn, rotifer dùng trong nuôi ấu trùng biển thường là rotifer kiểu nhỏ (có tên là *Brachionus rotundiformis*) và kiểu lớn (có tên là *Brachionus plicatilis*). Chiều dài lorica của rotifer kiểu lớn trung bình là 239m/m (130-340m/m), còn của kiểu nhỏ là 160m/m (100-21-m/m).

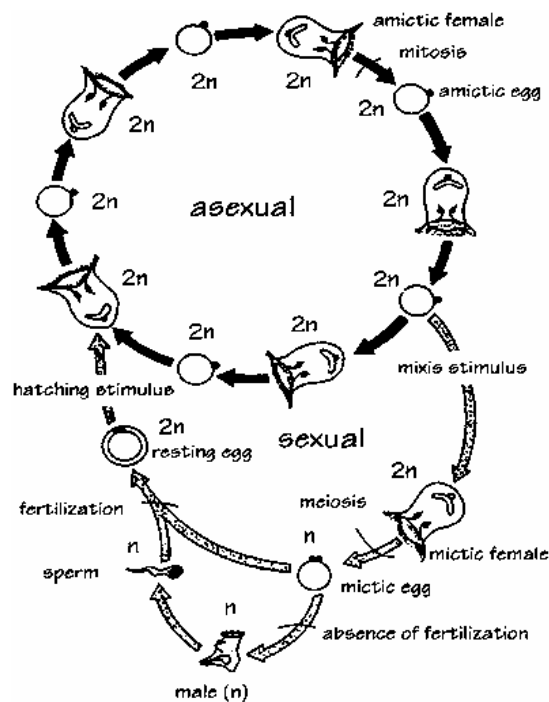
Rotifer nước ngọt thường dùng trong nuôi ấu trùng nước ngọt là các loài *Brachionus calyciflorus* và *Brachionus rubens*.



H.4.9: Hình thái của *Brachionus plicatilis* (theo Koste, 1980)

Đời sống của rotifer nước mặn kéo dài khoảng 3,4 - 4,4 ngày ở 25°C. Nói chung, ấu trùng trưởng thành sau 0,5 - 1,5 ngày và sau đó thì con cái đẻ trứng cứ 4 giờ một lần. Người ta cho rằng con cái có thể sinh ra 10 thế hệ trước khi chết. Năng lực sinh sản của *Brachionus* phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường, trong phạm vi từ 15 đến 25°C tuổi con cái đẻ lần đầu, khoảng cách giữa hai lần đẻ và tuổi thọ càng ngắn khi nhiệt độ càng cao và số trứng đẻ được trong cả đời cũng nhỏ hơn khi nhiệt độ tăng.

Trong vòng đời của *Brachianus plicatilis* thường có hai kiểu sinh sản, sinh sản vô tính (asexual) và hữu tính (sexual). Trong sinh sản đơn tính, con cái sản sinh trứng amictic (diploid, 2 nhiễm sắc thể), trứng sẽ nở thành con cái amictic. Trong điều kiện môi trường nào đó, con cái sinh sản hữu tính, sinh ra con cái mictic và amictic. Tuy không phân biệt được về hình thái, nhưng con cái mictic thì sản sinh ra trứng haploid (n nhiễm sắc thể). Ấu trùng nở ra từ trứng mictic không thụ tinh thì phát triển thành con đực haploid, có kích thước nhỏ chỉ bằng khoảng 1/4 kích thước của con cái, không có ống tiêu hóa và bong bóng nhưng có một dịch hoàn chứa đầy tinh trùng. Trứng mictic thụ tinh thì có kích thước lớn hơn và có một lớp vỏ hạt dày bọc ngoài. Đây là những trứng nghỉ mà sẽ chỉ phát triển và nở ra những con cái amictic sau khi tiếp xúc với môi trường thuận lợi (xem hình 5.9).



H 5.9: Sinh sản vô tính và hữu tính của *Brachionus plicatilis* (theo Hoff và Snell, 1987)

Điều kiện sống của rotifer phụ thuộc vào độ mặn, nhiệt độ, oxy hòa tan, pH, hàm lượng NH₃, vi khuẩn.

Brachianus plicatilis có thể sống trong môi trường có độ mặn từ 1 đến 97 ppt, tuy nhiên khả năng sinh sản tốt nhất khi độ mặn dưới 35 ppt (Lubzens, 1987). Hầu hết các cơ sở ương nuôi rotifer sử dụng độ mặn 10-20 ppt. Độ mặn thay đổi 5 ppt có thể ức chế khả năng bơi và gây chết, như vậy việc thay đổi độ mặn phải thực hiện từ từ và thận trọng.

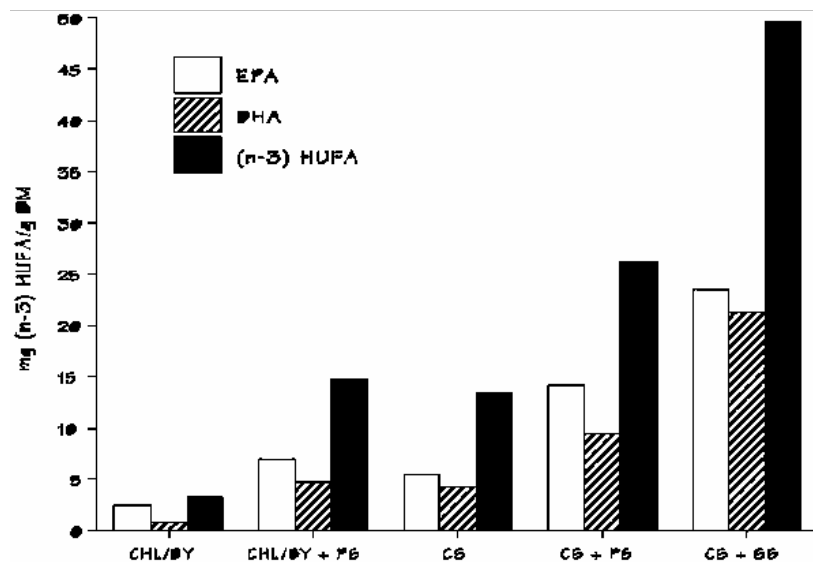
Nhiệt độ tối ưu cho rotifer kiểu lớn thấp hơn kiểu nhỏ, nói chung tăng nhiệt độ trong phạm vi thích hợp thì tăng khả năng sinh sản. Nuôi rotifer dưới nhiệt độ tối ưu thì làm chậm sự tăng trưởng của quần thể. Nhiệt độ tối ưu thích hợp với hầu hết các nhóm rotifer là 28-32^oC.

3.3. Giá trị dinh dưỡng của rotifer

Rotifer rất giàu protein (52-59% CP) và chất béo (13% EE), đặc biệt là các HUAF (3,1% n-3 HUFA). Rotifer là thức ăn lý tưởng của ấu trùng tôm và cá vì chúng có kích thước nhỏ, bơi chậm, sinh trưởng với mật độ cao và sinh sản nhanh.

Giá trị dinh dưỡng của rotifer phụ thuộc vào môi trường. Người ta có thể tăng giá trị dinh dưỡng của rotifer bằng cách nuôi rotifer trong các môi trường được làm giàu các chất dinh dưỡng như acid béo omega-3, vitamin C, protein ...

Ví dụ hàm lượng HUFA của rotifer nuôi trong môi trường tảo *Chlorella* sp., men bánh mì hay các môi trường nhân tạo khác của hãng Selco đã thay đổi rất nhiều theo với các môi trường khác nhau, HUFA của rotifer nuôi trong môi trường của hãng Selco có thể tăng 5-10 lần so với môi trường tảo *Chlorella* hay tảo kết hợp men bánh mì. (sơ đồ 4.9).



Sơ đồ 4.9: Hàm lượng HUFA của rotifer nuôi trong các môi trường khác nhau (CHL: *Chlorella* sp., Men bánh mì: BY, Protein Selco: PS, môi trường Selco: CS và Super Selco: SS)

3.4- Rotifer trong nuôi trồng thủy sản

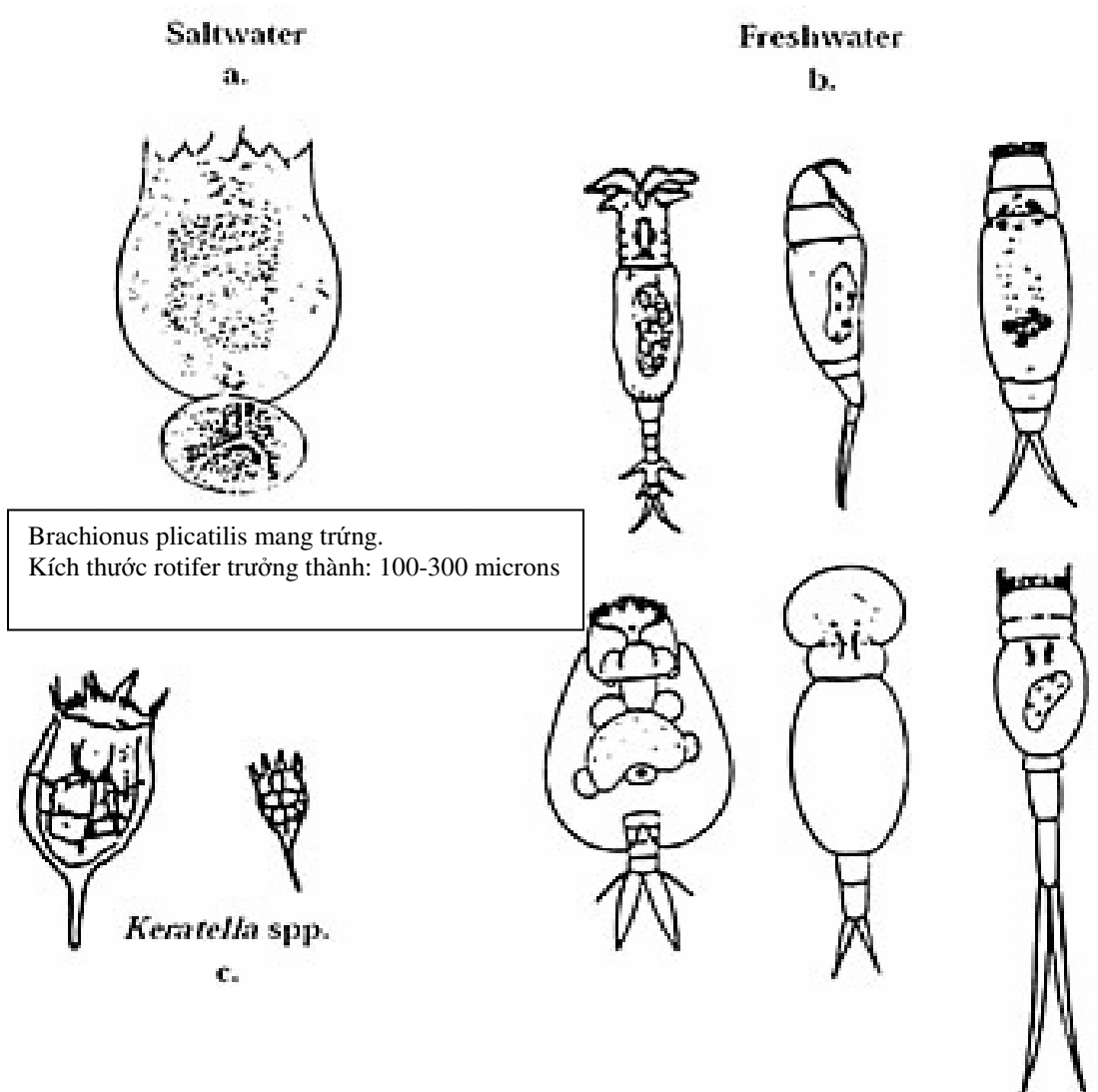
Wendy (1991) từ kết quả nghiên cứu của Nagata (1989) cho biết *Brachionus plicatilis* được sử dụng rất rộng rãi trên thế giới trong ương nuôi ấu trùng của trên 60 loài cá biển và 18 loài giáp xác. Zheng và ctv. (1994) nghiên cứu sử dụng rotifer cho tôm he cũng khẳng định *Brachionus plicatilis* là một trong những loại thức ăn thích hợp nhất cho ấu trùng tôm he ở giai đoạn Mysis 3. *Brachionus plicatilis* còn là nguồn thức ăn tốt cho ương ấu trùng tôm *Penaeus monodon*, *P. indicus* và *P. merguensis*

Cruz và ctv (1989) báo cáo cá bột rô phi cho ăn kết hợp thức ăn chế biến với rotifer đạt được trọng lượng cuối, tốc độ tăng trưởng hàng ngày và năng suất cao hơn so

với cá bột chỉ cho ăn một loại thức ăn, hoặc rotifer hoặc thức ăn chế biến. Việc sử dụng rotifer làm thức ăn cho cá bột mặc dù không làm tăng tỉ lệ sống của cá, nhưng lại làm tăng tốc độ tăng trưởng và năng suất cá bột.

4/ Artemia

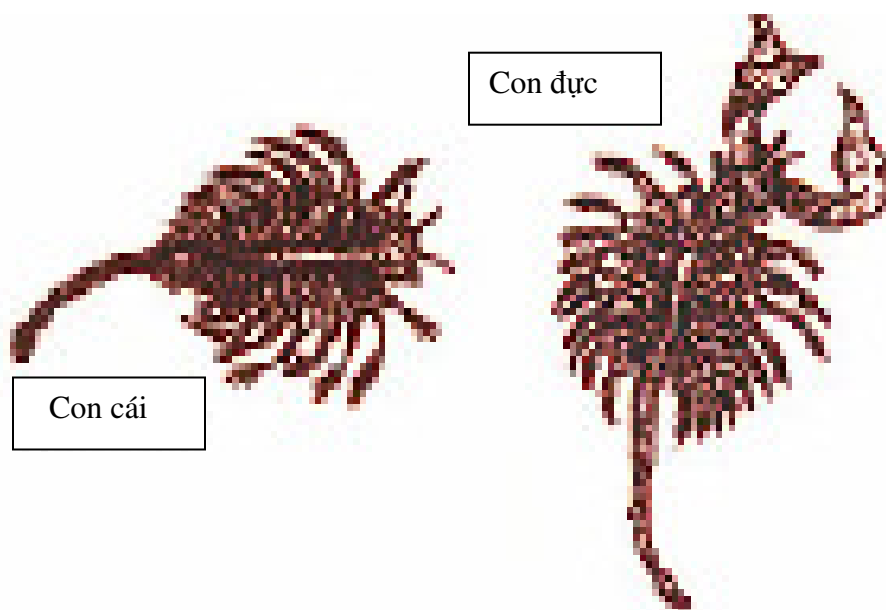
Trong các khâu phân nuôi ấu trùng tôm và cá, nauplii của Artemia được dùng nhiều nhất. Hàng năm trên 2000 tấn cyst khô Artemia được bán trên thị trường. Tính chất duy nhất của Artemia là hình thành những phôi ngủ, gọi là “cyst”, đó là nguồn thức ăn tuyệt vời của ấu trùng tôm cá. Cyst có quanh năm với số lượng lớn dọc theo bờ các hồ nước mặn, đầm phá ven biển hay những ruộng muối trên khắp thế giới. Sau 24 giờ áp trong nước biển, cyst nở ra những nauplii bơi tự do và có thể trực tiếp đem nuôi các loại ấu trùng động vật biển hay nước ngọt.



H. 3.9: Mô tả sơ lược hình thái một số loài rotifer nước mặn và nước ngọt (Scar 2000)
 (a): Rotifer nước mặn, (b): rotifer nước ngọt, (c): *Keratella spp.*

1.4. Một số đặc điểm sinh học quan trọng

Artemia trưởng thành có kích thước trên dưới 1 cm, có hai mắt kép, ống tiêu hóa thẳng, có râu anten và 11 cặp đốt ngực. Con đực có cơ quan giao cấu (penis) ở phần sau của vùng thân. Con cái có tử cung ngay sau cặp đốt ngực số 11. Trứng phát triển trong hai buồng trứng ở xoang bụng. Khi chín trứng trở nên tròn và đi vào tử cung theo ống dẫn trứng (xem hình H. 4.9).



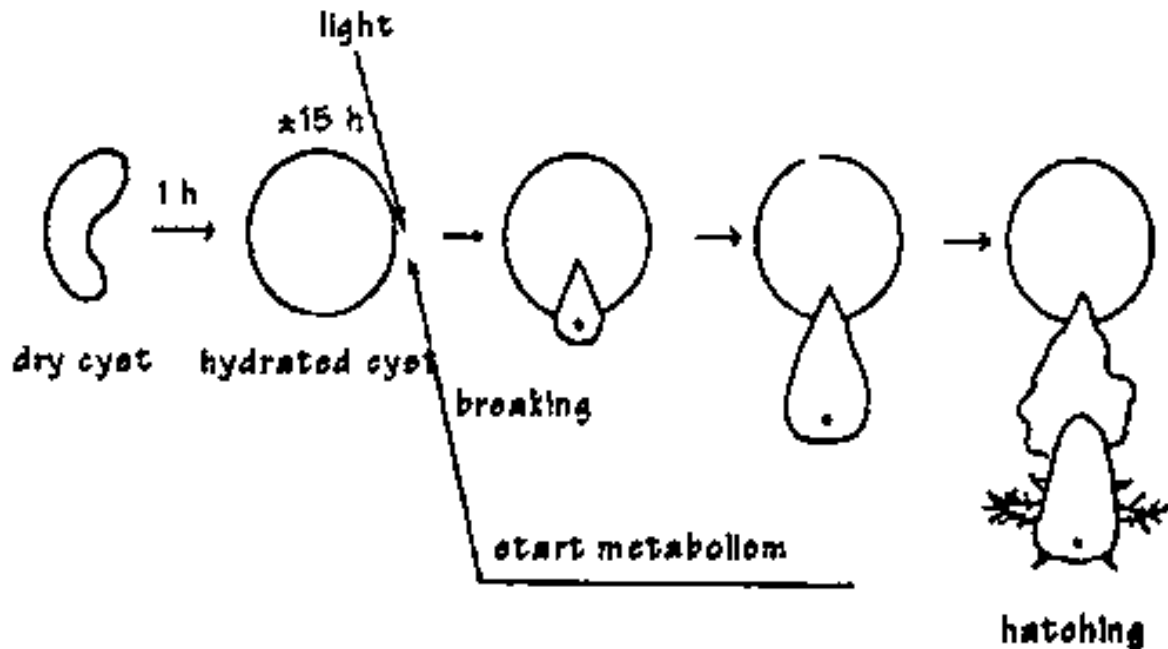
Trong môi trường tự nhiên, *Artemia* sản sinh cyst, các cyst này nổi trên mặt nước. Cyst có một lớp vỏ cứng, màu nâu đậm, bảo vệ rất hiệu quả phôi sống ở bên trong và chống lại được các điều kiện bất lợi như khô, nhiệt độ chênh lệch từ 0 - 100°C, bức xạ năng lượng cao và một số dung môi hữu cơ. Cyst khô có thể dự trữ hàng tháng hay hàng năm mà không ảnh hưởng đến độ nở.

Khi ngâm vào nước biển, từ hình tròn lõm hai mặt, cyst biến thành hình cầu bên trong chứa phôi. Sau 20 giờ vỏ ngoài của cyst vỡ ra, phôi xuất hiện với màng bọc bên ngoài, đó là nauplii. Nauplii phát triển qua nhiều giai đoạn, khi bước vào giai đoạn bung dù (phôi treo dưới vỏ rỗng) thì có nghĩa là nauplii đã phát triển hoàn toàn. Sau khi màng ngoài của nauplii vỡ ra, nauplii bước vào giai đoạn bơi tự do (H. 4.9).

Thực ra phôi phát triển qua nhiều giai đoạn, giai đoạn đầu gọi là instar I (kích thước 400-500 microns, instar I chỉ sống bằng chất dự trữ trong túi lòng đỏ), sau 8 giờ thì vào giai đoạn instar II, ở giai đoạn này nhận được thức ăn có kích thước 1-50 microns như tảo đơn bào, vi khuẩn... Sau 15 lần lột xác (từ instar I đến instar XV), ấu trùng trở

thành *Artemia* thành thực. Bình thường, 200.000- 300.000 nauplii nở ra từ 1 g cyst chất lượng cao.

Điều kiện tối ưu cho cyst nở: nhiệt độ > 25⁰C (tốt nhất 28⁰C), độ mặn 5 ppt, nước sạch khí và tuần hoàn tốt, ánh sáng đầy đủ, pH = 8, mật độ không quá 5 g cyst/lit nước.



H. 4.9: Sự phát triển của cyst *Artemia* từ khi ấp trong nước biển đến khi nở thành nauplii

2.4. Giá trị dinh dưỡng

Căn cứ thành phần axit béo, *Artemia* được chia làm hai nhóm: nhóm chứa nhiều EFA, phù hợp với ấu trùng cá nước ngọt (có ở Nam Mỹ); nhóm chứa nhiều PUFA (20: 5 ω 3) và DHA (22: 6 ω 3), phù hợp với ấu trùng cá nước mặn (có ở hồ Saskatchewan Canada, Greatlake Mỹ và Tien-tsin Trung quốc).

Cyst của *Artemia* giàu protein (50%), chất béo (14%), nauplii có hàm lượng protein thấp hơn một chút nhưng hàm lượng chất béo lại cao hơn (bảng 4.9). Tỷ lệ acid amin tự do so với protein tổng số của nauplii cao hơn cyst; hàm lượng acid amin của nauplii khác nhau nhiều theo vùng địa lý (bảng 5.9). Phổ acid béo của cyst và nauplii giống nhau nhưng khác nhau về mức Vitamin C trong cyst ở dạng ascorbic acid 2-sulfate (AAS), là dạng rất bền nhưng có độ lợi dụng sinh học kém. Trong quá trình cyst nở thành nauplii, vitamin C được thủy phân thành dạng tự do, có độ bền thấp nhưng có độ lợi dụng sinh học cao đối với ấu trùng tôm cá.

Bảng 4.9: Thành phần dinh dưỡng của cyst *Artemia* bỏ vỏ và nauplii instar I

(% chất khô)

	Hồ Nước Lớn		Vịnh San Francisco	
	cysts	nauplii	cysts	nauplii
Protein	± 50	41-47	± 57	47-59
Lipid	± 14	21-23	± 13	16-27
Carbohydrate	-	11	-	11
Tro	± 9	10	± 5	6-14

Bảng 5.9: Thành phần acid amin của nauplii *Artemia* (mg.g⁻¹ protein)

(theo Seidel *et al.*, 1980).

	Macau, Brazil	Great Salt Lake, UT-USA	San Pablo Bay, CA-USA
Aspartic acid	110	113	141
Threonine	52	48	60
Serine	45	54	77
Glutamic acid	131	135	102
Proline	57	59	49
Glycine	60	60	74
Alanine	46	49	42
Valine	53	52	55
Methionine	22	37	26
Isoleucine	56	68	54
Leucine	89	100	84
Tyrosine	105	66	77
Phenylalanine	51	85	104
Pistidine	49	27	35
Lysine	117	93	87
Arginine	115	97	98

Bảng 4.9: Hàm lượng axit béo của cyst *Artemia* (vùng Hồ lớn, San Francisco)

		mg/g
C18:0	Stearic	9.0
C18:1	Oleic	27.2
C18:3	Linoleic	9.1
C18:4	Octadecatetra	11.2
C20:0	Arachidic	1.1
C20:4	Arachidonic	4.5
C20:3	Eicosatrienoic	2.7
C20:5	Eicosapentaenoic (EPA)	4.1
C22:6	Docosahexaenoic (DHA)	0.1
Tổng	Omega-3 Fatty Acids	4.0

Artemia được dùng để nuôi ấu trùng tôm penaeid giai đoạn ấu trùng sau và postlarval; nauplii mới nở thường cung cấp cho tôm ở lúc khởi phát giai đoạn mysis đầu. Tuy nhiên, penaeid thường ăn tảo trước khi ăn *Artemia*, thêm *Artemia* quá sớm trong chu kỳ sống của tôm sẽ xảy ra hiện tượng cạnh tranh tảo giữa *Artemia* (*Artemia* không được tôm ăn) với tảo. Giải pháp thuận tiện là dùng nauplii đã làm chết (bằng cách ngâm nhanh nauplii vào nước nóng 80oC hay làm lạnh ở -10oC) hay sử dụng cyst *Artemia* khử vỏ. Tuy nhiên ấu trùng tôm nước ngọt lại có thể sử dụng tốt nauplii của *Artemia*, ấu trùng *Macrobrachium* có thể cho ăn nauplii mới nở ngay từ giai đoạn đầu.

Ấu trùng của nhiều loài cá biển như cá bơn (turbot), cá mú (grouper) chỉ có thể sử dụng *Artemia* sau thời kỳ ăn những môi nhỏ như rotifer. Tuy vậy, thời kỳ ăn *Artemia* của ấu trùng cá biển tương đối dài (20-40 ngày) cho nên cyst *Artemia* vẫn là loại thức ăn sống được tiêu thụ nhiều nhất của ấu trùng cá biển (để sản xuất 1000 fry cần 200-500 g cyst *Artemia*).

Artemia làm thức ăn cho tôm biển: *Artemia* là thức ăn rất quan trọng trong ương nuôi ấu trùng và hậu ấu trùng tôm biển. *Artemia* bắt đầu cho ăn khi ấu trùng đạt đến giai đoạn Mysis1 hay ngay cả Zoa E2-3. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy rằng, thành phần dinh dưỡng của những nguồn *Artemia* khác nhau và ngay cả ở những đợt sản xuất khác nhau là khác nhau. Amat nghiên cứu ảnh hưởng của các nguồn *Artemia* khác nhau lên ấu trùng một số loài tôm biển đã cho thấy rằng kết quả tốt nhất ở tôm ăn *Artemia* có thành phần HUFA cao nhất.

Việc sản xuất giống tôm càng xanh cũng phụ thuộc căn bản vào nguồn *Artemia*. Không như tôm biển, ấu tôm càng xanh có thể bắt đầu cho ăn từ giai đoạn đầu với *Artemia* mới nở. Tuy nhiên, cũng giống như tôm biển, trong ương nuôi ấu trùng tôm càng xanh, ngoài *Artemia* cần bổ sung thêm các nguồn thức ăn nhân tạo khác để tăng cường dinh dưỡng và nâng cao tỷ lệ sống của ấu trùng.

Đối với cá biển, trong sản xuất giống, *Artemia* thường được bắt đầu cho ăn một tuần sau khi cho ăn bằng rotifer với kích cỡ nhỏ. Lượng *Artemia* cần cho sản xuất giống cá thường tốn hao nhiều hơn so với sản xuất giống tôm biển và tôm càng xanh. Kết quả sản xuất giống cá biển được nâng cao rất có ý nghĩa khi *Artemia* được làm giàu hóa HUFA.

Đối với cá nước ngọt, rất nhiều loài cá được ương nuôi trực tiếp ở ao sau khi hết giai đoạn noãn hoàng. Ấu trùng cá sẽ sử dụng nguồn thức ăn tự nhiên trong ao như tảo, động vật phù du được gây nuôi bằng cách bón phân. Tuy nhiên, cũng có nhiều loài cá cần được ương nuôi trên bể như cá Basa, cá tra, cá lăng ..., và vì thế *Artemia* là thức ăn rất quan trọng cho sản xuất giống những loài cá này.

Ngoài ra, trong nghề nuôi cá cảnh, cả ấu trùng *Artemia* và *Artemia* trưởng thành đều được sử dụng cho mục đích sản xuất giống hay nuôi.

Mặc dù *Artemia* có giá trị dinh dưỡng rất cao và có một số loài có thể dựa vào nguồn thức ăn là *Atermia* đơn độc, song, trong sản xuất giống, việc bổ sung các nguồn thức ăn nhân tạo hay làm giàu *Artemia* là điều rất cần thiết và rất phổ biến.

5/ Các zooplankton khác

1.5. Copepod

Copepod có hai nhóm, một là calcanoid (*Acartia tonsa*, *Eurytemora affinis*, *Calcanus finmarchius* & *C. helgolandicus*, *Pseudocalcanus elongatus*) và hai là harpacticoid (*Tsibe holothuriae*, *Tigriopus japonicus*, *Tisbenta elongata*, *Schizopera elatensis*). Calcanoid có râu anten thứ nhất rất dài (khoảng 16-26 đốt), còn harpacticoid thì râu anten ngắn hơn (khoảng 10 đốt).

Hầu hết copepod trưởng thành có chiều dài trong khoảng 1-5mm, cơ thể hình ống, phần trước phình to hơn phần sau. Thân gồm hai phần rõ rệt, đó là ngực và bụng, đầu lặn vào đốt thứ nhất của phần ngực có. Đầu có mắt và râu anten khá dài. Con đực nhỏ hơn con cái, khi giao phối con đực ôm lấy con cái bằng râu anten rồi phóng tinh vào cửa của lỗ tiếp nhận tinh của con cái, sau đó cửa được bịt lại bởi một loại chất gắn đặc biệt. Trứng thường được bao bằng một túi trứng và gắn vào đốt bụng đầu tiên của con cái.

Calcanoid đẻ trứng vào nước, trứng nở thành nauplii rồi sau 5-6 lần lột xác ấu trùng trở thành copepodite. Sau 5 lần lột xác nữa copepodite bước vào giai đoạn trưởng thành. Sự phát triển từ trứng đến khi trưởng thành có thể kéo dài một tuần đến một năm. Tuổi thọ của copepod kéo dài từ 6 tháng đến một năm. Dưới những điều kiện không thuận lợi, copepod có thể sản sinh trứng nghỉ (cyst).

Kích thước của copepod phụ thuộc vào loài và sự phát triển của cá thể. Nhờ kích thước khác nhau mà đảm bảo được thức ăn cho ấu trùng tôm cá trong tất cả các giai đoạn phát triển.

Harpacticoid *Tisbe holothuriae* ở giai đoạn nauplii chỉ có kích thước 55 micron đến khi trưởng thành thì có kích thước 180 micron. *Schizopera elatensis* có kích thước 50-500 micron, *Tisbenta elongata* có kích thước từ 150 đến hơn 750 micron.

Trong nuôi trồng copepod, người ta thấy harpacticoid ít nhạy cảm và dung nạp tốt đối với điều kiện môi trường hơn calcanoid (độ mặn: 15-70 g/lit nhiệt độ 17-30°C) và như vậy harpacticoid dễ nuôi thâm canh hơn.

Nhiều loài copepod ôn đới có thể sản sinh cyst giống như *Artemia*. Cyst có thể dung nạp được điều kiện làm khô ở 25°C và đông lạnh ở -25°C, chúng có thể chịu được nhiệt độ thấp (3-5°C) dài tới 9-15 tháng.

Về mặt thức ăn và chất lượng dinh dưỡng, copepod có một số ưu điểm trong nuôi ấu trùng cá biển như sau:

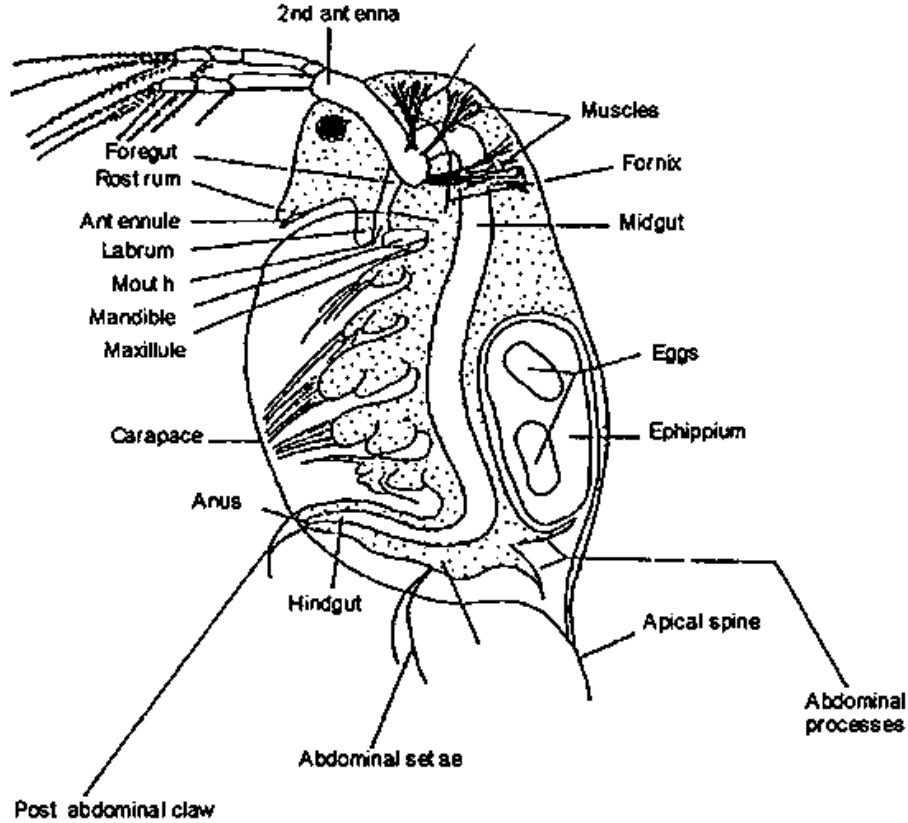
- Copepod có thể đem nuôi ấu trùng cá ở các giai đoạn khác nhau như nauplii, copepodite...
- Chuyển động zic-zac của copepod có tác dụng kích thích thị giác của nhiều loài cá.
- Chất lượng dinh dưỡng của *Copepode* được cho là cao hơn *Artemia*, protein trong phạm vi 44-52%, tỷ lệ acid amin cân đối trừ methionine và histidine. Thành phần acid béo khác nhau nhiều theo điều kiện nuôi trồng. Ví dụ: (n-3) HUFA của *Tisbe* trưởng thành nuôi bằng tảo *Dunaliella* (thấp HUFA) hay tảo *Rhodomonas* (cao HUFA) là 0,8% và 1,3% tính theo chất khô, lần lượt. Hàm lượng EPA và DHA lần lượt là 6% và 17% của *Tisbe* trưởng thành cho ăn tảo *Dunaliella* và lần lượt là 18% và 32% khi nuôi bằng tảo *Rhodomonas*. (n-3) HUFA của nauplii thì cao hơn *Tisbe* trưởng thành.
- Copepod được cho là có hàm lượng enzyme tiêu hóa cao hơn *Artemia* (Pedeson, 1984, khảo sát trên ấu trùng cá herring đã thấy rằng copepod được tiêu hóa tốt hơn *Artemia*).

2.5. Daphnia và Moina

+ Daphnia

Daphnia thuộc về phân bộ Cladocera sống hầu như duy nhất ở nước ngọt. Vỏ giáp bọc toàn thân, trừ đầu và gai đuôi (apical spine) (xem hình H. 5.9).

Hiện tại có 50 loài được báo cáo trên toàn thế giới, trong đó chỉ có 6 loài có ở vùng đất thấp nhiệt đới. Kích thước của *Daphnia* trưởng thành khác nhau nhiều tùy thuộc vào thức ăn; khi thức ăn phong phú, con trưởng thành có vỏ giáp (carapace) dài gấp hai lần các cá thể mới thành thực. Không những vậy, kích thước của đầu cũng biến đổi từ tròn chuyên sang bầu dục vào mùa xuân và giữa hè, nhưng từ giữa hè trở đi thì đầu lại trở về hình tròn. Sự biến dạng này được gọi là biến hình theo chu kỳ (cyclomorph), có thể xảy ra do những yếu tố nội tại hay do môi tương tác giữa các yếu tố di truyền và môi trường.



H. 5.9: Sơ đồ giải phẫu trong và ngoài của *Daphnia*

Bình thường, *Daphnia* sinh trưởng từ nauplii tới khi thành thực phải trải qua 4-5 lần lột xác, thời gian lột xác của mỗi thời kỳ phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ (11 ngày ở 10°C hay 2 ngày ở 25°C) và vào thức ăn. Các loài *Daphnia* sinh sản đơn tính hầu như chỉ sinh ra con đực. Trứng được sản sinh trong túi trứng với 200 tới vài trăm trứng. Một con cái có thể sản xuất vài ổ trứng. Trứng đơn tính nếu được sản sinh theo kiểu không giảm phân thì kết quả cho ra những con cái, nhưng đôi khi cũng xuất hiện con đực. Sự phát triển của phôi cladoceran xảy ra trong túi ấp (broodpouch) và ấu trùng là phiên bản nhỏ của con trưởng thành. Trong điều kiện không thuận lợi trứng đã thụ tinh hình thành lớp vỏ bảo vệ phôi bên trong, đó là các trứng nghỉ (cyst).

Giá trị dinh dưỡng của *Daphnia* phụ thuộc nhiều vào thành phần hóa học của nguồn thức ăn. Nói chung *Daphnia* nghèo acid béo quan trọng, tuy nhiên *Daphnia* chứa một phổ rộng enzyme tiêu hóa như protease, peptidase, lipase và cellulase, là nguồn enzyme ngoại sinh tốt trong ruột của ấu trùng cá.

+ *Moina*

Moina cũng thuộc phân bộ Cladocera, nhiều đặc điểm sinh học giống như *Daphnia*. *Moina* phát triển mạnh ở ao và những hồ nước. Thời kỳ để đạt thành thực sinh sản cần 5 ngày ở nhiệt độ 26°C. Con đực nhỏ hơn con cái, con cái thành thực sinh dục

chỉ mang hai trứng nằm trong ephippium (xem hình H. 5.9). *Moina* nhỏ hơn *Daphnia* nhưng có hàm lượng protein cao hơn. Sinh khối của *moina* thường dùng để nuôi ấu trùng cá hồi vân, cá hồi và các ấu trùng cá nước ngọt hay nước mặn khác. *Moina micrura* cũng được báo cáo là có tác dụng tốt khi thay thế một phần *Artemia* trong nuôi ấu trùng tôm *Macrobrachium rosenbergii*.

3.5. Nematode

Nematode, *Panagrellus redivivus* được chứng minh là thức ăn tốt để nuôi thành công ấu trùng cá chép, cá silver carp và tôm *Penaeus blebejus*.

Panagrellus redivivus là loại thức ăn sống tốt vì nó có kích thước nhỏ (đường kính 50 micron), profile acid amin tương tự như của *Artemia* (bảng 5.9), nhưng EPA DHA thì cao hơn của *Artemia*. Mặt khác *P. redivivus* lại có thể nuôi trồng rất đơn giản trong các khay chứa 70 g bột mì (loại 10,8% protein)/100cm², sau đó giữ ẩm bằng cách phun nước. Môi trường nuôi cấy hàng tuần được bổ sung 0,5 g men/100cm². Khay nuôi cần giữ nơi thoáng khí có nhiệt độ 20-23oC, khay cần che đậy bằng vải mỏng để tránh côn trùng. Nematode có thể thu hoạch hàng ngày trong khoảng 53 ngày trên cùng một môi trường. Sản lượng tối đa có thể đạt 75-100 mg/100cm² sau 3 tuần nuôi.

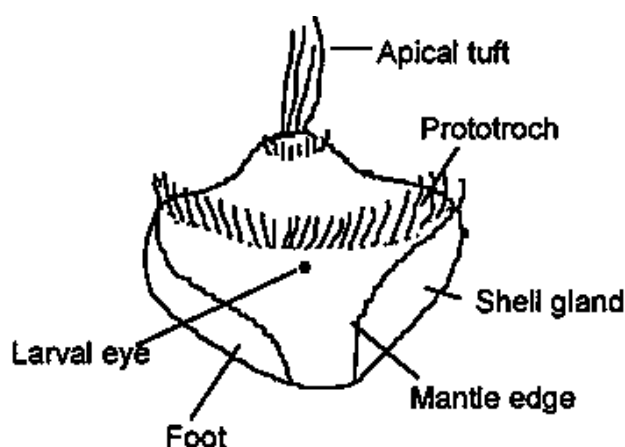
Bảng 5.9: So sánh hàm lượng protein và acid amin của *P. redivivus* and *Artemia*
(% of total amino acids) (Watanabe & Kiron, 1994).

	<i>P. redivivus</i>	<i>Artemia</i>
Protein	48.3	61.6
Amino acids		
ILE	5.1	3.8
LEU	7.7	8.9
MET	2.2	1.3
PHE	4.7	4.9
TYR	3.2	5.4
THR	4.7	2.5
TRY	1.5	
VAL	6.4	4.7
LYS	7.9	8.9
ARG	6.6	7.3
HIS	2.9	1.9
ALA	8.8	6.0
ASP	11.0	11.2
GLU	12.8	12.9

GLY	6.4	5.0
PRO	5.4	6.9
SER	3.7	6.7

4.5. Ấu trùng bánh xe (trochophora larvae)

Một số loài cá biển như cá bơn, cá hanh... thì rotifer thì quá lớn cho pha nuôi dưỡng đầu của ấu trùng, ấu trùng bánh xe có thể thay thế rotifer. Ấu trùng bánh xe có kích thước khoảng 50 micron (xem H. 6.9), bơi chậm và có giá trị dinh dưỡng cao đối với ấu trùng cá biển (ấu trùng trochophora chứa 15% EPA và DHA so với tổng acid béo).



H. 6.9: Hình thái sơ giản của ấu trùng bánh xe (trochophora larvae)

6- Quản lý ao nuôi để phát triển zooplankton và thức ăn tự nhiên

Chất lượng nước của ao nuôi cá nước ngọt phụ thuộc vào các yếu tố: vật lý, hoá học và sinh học.

+ Yếu tố vật lý:

Khác nhau theo các vùng trong ao nuôi (H. 7.9). Ở vùng giáp bờ (littoral zone), cây thủy sinh ảnh hưởng đến lượng oxy hoà tan (DO) của nước trong ao. Ở vùng đáy (benthic zone), tính chất đất có ảnh hưởng quan trọng đến chất lượng nước. Ở vùng cột nước (limnetic zone), sinh vật nước sống ở vùng này và các số đo về chất lượng nước thực hiện trong vùng này.

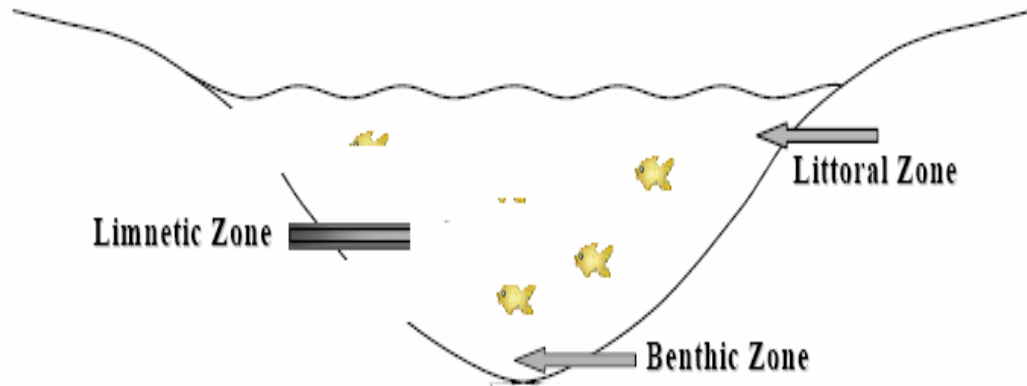
+ Yếu tố sinh học

Yếu tố sinh học liên quan đến các sinh vật sống trong ao thông qua chu trình sau:
Vi khuẩn → Phytoplankton → Zooplankton → Cá & Tôm → Chất hữu cơ lắng cặn → Vi khuẩn → Phytoplankton ...

Các pha phát triển sinh vật như ở sơ đồ cho thấy, pha trước có ảnh hưởng đến pha sau. Phân vô cơ và hữu cơ và chất lượng nước ao nuôi có ảnh hưởng đến chu trình phát triển hệ sinh vật trong ao (sơ đồ 5.9).

+Yếu tố hoá học

Các yếu tố hoá học là: oxy hoà tan, nhiệt độ, pH, độ mặn, độ đục, độ kiềm và độ cứng, amoniac, chất dinh dưỡng.. đều ảnh hưởng đến phát triển của hệ sinh vật trong ao nuôi.



H. 7.9: Sơ đồ lát cắt các vùng ao nuôi

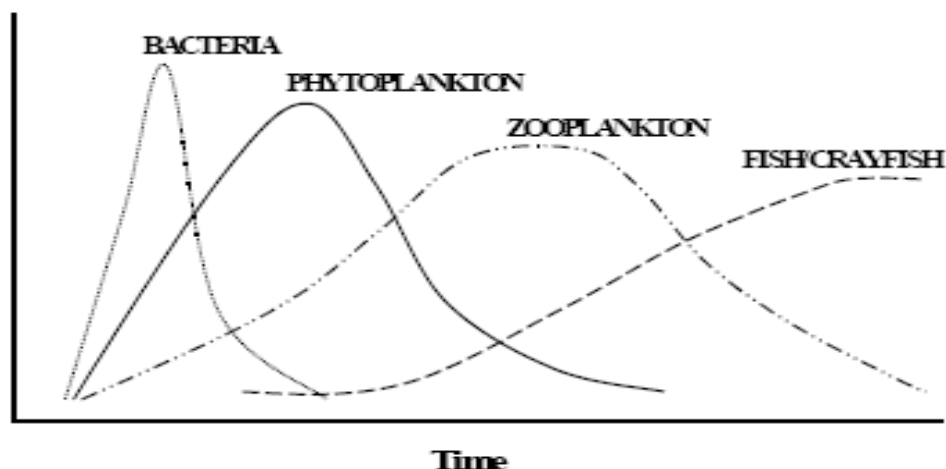
Boyd, 1998 đưa ra các tham số về hàm lượng thích hợp các chất vô cơ hoà tan trong ao nuôi ghi ở bảng 6.9.

Giải pháp phát triển zooplankton bằng việc bón phân hữu cơ, phân vô cơ hoặc phân hữu cơ kết hợp với phân vô cơ. Ưu điểm của phân vô cơ đó là thúc đẩy sinh vật tự dưỡng (P là nguồn thức ăn rất cơ bản của phytoplankton), thành phần tương đối ổn định, sẵn có, dễ mua, và tốn ít công và dễ dự trữ. Trong khi, phân hữu cơ (phân gia súc, khô dầu bông, khô đỗ tương, bột cỏ alfalfa..) làm thúc đẩy phát triển sinh vật tự dưỡng (autotrophic organism) và dị dưỡng (heterotrophic organism), giải phóng CO₂ cung cấp cho thực vật, giúp làm giảm độ đục, và có ảnh hưởng lâu bền.

Ngoài ra, việc bón vôi cho môi trường ao nuôi cũng có các tác dụng như: khử chua, tăng pH, tăng độ hoà tan của phosphor, và thúc đẩy sự phân giải của chất hữu cơ.

Quản lý ao nuôi trước và sau khi thả cá có ảnh hưởng rất quan trọng đến sự phát triển nguồn thức ăn tự nhiên, từ đó có ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả nuôi cá. Sau đây là một điểm cần chú ý:

- Dọn tẩy ao trước khi thả cá. Nếu là ao mới đào thì phải dẫn nước vào – ra vài lần để rửa ao. Tẩy vôi với 10-12kg/100m² đáy ao. Cày bừa đáy ao và phơi nắng 5-7 ngày. Bón lót phân chuồng (50kg/100m² đáy ao). Nếu là ao cũ đã nuôi cá, phải tháo cạn để bắt hết cá, vét bớt bùn thối, phát quang bụi rậm quanh ao, lấp kín các hang hốc, đắp bờ, sửa cống cấp thoát nước. Tẩy vôi với 8-10kg/100m² đáy ao và phơi nắng 5-7 ngày. Bón lót bằng phân chuồng và phân xanh mỗi thứ 30-40 kg/100m². Bừa san phẳng đáy ao 1-2 lượt.



Sơ đồ 5.9: Chu trình phát triển hệ vi sinh vật trong ao nuôi

Bảng 6.9: Hàm lượng các chất hòa tan trong môi trường ao nuôi
(Boyd, 1998)

Nguyên tố	Dạng tồn tại trong nước	Hàm lượng chấp nhận	Nguyên tố	Dạng tồn tại trong nước	Hàm lượng chấp nhận
Oxy	O ₂	5-15 mg/l	Hydro	H ⁺	pH 7-9
Nitơ	N ₂	Bảo hòa	Nitơ	NH ₄	0,2-2 mg/l
Nitơ	NH ₃	<0,1 mg/l	Nitơ	NO ₃	0,2-10 mg/l
Nitơ	NO ₂	<0,3 mg/l	Sulfur	H ₂ S; SO ₄	5-100 mg/l
Carbon	CO ₂	1-10 mg/l	Ca	Ca ²⁺	5-100 mg/l
Mg	Mg ²⁺	5-100 mg/l			

- Sau khi bón lót, cho nước vào ao, lọc nước qua đặng chắn. Mức nước lấy vào chỉ cần 0,5-0,7 m, ngâm ao 2-3 ngày, nước ao sẽ có màu xanh nõn chuối. Trước khi thả cá phải lấy đủ nước, đảm bảo mức nước sâu từ 1 – 1,5m.

- Sau khi thả cá phải chú ý đến việc bón phân cho ao, có thể dùng phân hữu cơ như phân chuồng, phân xanh và phân vô cơ như đạm, lân, vôi... Nuôi cá kết hợp với chăn nuôi (hệ thống VAC) vừa có nguồn phân hữu cơ cho cá, vừa kiểm soát được ô nhiễm môi trường do chăn nuôi.

- Thêm nước mới vào ao nuôi cá mỗi tuần một lần (dâng cao khoảng 0,3m nước), sau 2 tuần tháo nước đáy và thêm nước mới vào tầng mặt. Những ngày có mưa giông phải kiểm tra bờ ao, cống đõ... Những ngày trời oi bức, thời tiết thay đổi phải theo dõi hiện tượng cá nổi đầu, nếu cá bị thiếu oxy thì phải xử lý kịp thời.

- Sau khi thu hoạch cá lại thực hiện việc xử lý ao như trình bày ở trên: vét bùn, dọn tẩy ao, bón phân... để bước vào một vụ nuôi cá mới.

Chương 10

CHẾ BIẾN THỨC ĂN NUÔI CÁ VÀ THỨC ĂN HỖN HỢP

1. CHẾ BIẾN THỨC ĂN HẠT

1.1. *Tính chất vật lý hóa học của tinh bột hạt*

- Tinh bột là polysaccarid dự trữ trong hạt, củ, quả. Đại phân tử tinh bột có hai cấu tử là amyloz và amylopectin.

- Amyloz là một polyme mạch thẳng do các phân tử α - glucoz liên kết với nhau theo kiểu 1,4 a glucozit. Thông thường tinh bột hạt ngũ cốc chứa 20 – 30% amyloz (gạo ngon chứa 25 – 30% amyloz, tỷ lệ này cao hơn hay thấp hơn đều làm thay đổi độ ngon).

- Amylopectin là một polyme mạch nhánh do các glucoz liên kết với nhau qua mạch 1,4 và 1,6 α - glucozit. Trong lượng phân tử của amylopectin là hàng chục triệu, trong khi đó amyloz chỉ khoảng 10^6 .

- Cấu trúc hạt tinh bột khá đặc biệt, mỗi hạt có một rốn hạt (hilum), xung quanh rốn hạt là các vòng đồng tâm (còn gọi là vòng sinh trưởng). Các hạt tinh bột ngũ cốc thường có các vết nứt hình thành do sự mất nước nhanh của ngũ cốc trong quá trình thành thực. Chính nhờ những vết nứt này mà enzym tiêu hóa dễ thâm nhập tạo điều kiện dễ dàng cho sự phân giải. Các hạt tinh bột của các loại củ không có vết nứt này cho nên khó tiêu hóa hơn.

Tinh bột có cấu trúc tinh thể, dưới tác dụng của nhiệt hay axit, cấu trúc tinh thể bị phá vỡ

1.2- **Biến đổi vật lý, hóa học của tinh bột trong quá trình chế biến**

1.2.1- *Sự gelatin hóa*

Dưới tác dụng của cơ, nhiệt hoặc hóa chất, liên kết hydro giữa các đại phân tử amyloz và amylopectin bị phá vỡ, cấu trúc tự nhiên của hạt bị biến đổi.

Khi tinh bột được ngâm trong nước và nhiệt độ nước tăng dần lên tới 55⁰C, các hạt tinh bột hút nước và trương phồng lên. Sự trương phồng này là quá trình thuận nghịch, sau khi làm lạnh và khô, hạt trở lại bình thường. Tuy nhiên nếu ngâm nước và đun nóng ở nhiệt độ cao hơn (60 - 80⁰C), các hạt tinh bột mất đi cấu trúc tinh thể. Nhiệt độ đun nóng càng cao, càng kéo dài và có sự rung động mạnh thì cấu trúc tinh thể cũng bị phá vỡ nhiều.

Đây là quá trình gelatin hóa. Nhiệt độ gelatin hóa khác nhau phụ thuộc vào nguồn gốc tinh bột : tinh bột đại mạch 59 - 64⁰C, tinh bột ngô 62 - 72⁰C, tinh bột lúa mì 65 - 67⁰C, tinh bột cao lương 67 - 77⁰C. Gelatin hóa có thể xuất hiện khi nghiền hoặc cán mỏng các hạt ngũ cốc, một số dung dịch kiềm hay axit cũng có tác dụng thúc đẩy quá trình gelatin hóa.

1.2.2- Sự rắn đanh (*retrogradation*) và *dextrin hóa*

Rắn đanh là quá trình trong đó các hạt tinh bột từ trạng thái trương phồng hoặc gelatin hóa trở về trạng thái quần tụ thành từng đám và không hòa tan. Kết quả của quá trình này là liên kết hydro giữa amylopectin được phục hồi.

Mức độ rắn đanh phụ thuộc vào bản chất, vào hàm lượng nước tự do, nhiệt độ. Sự rắn đanh của tinh bột làm giảm hiệu quả tác động của enzym, do đó là giảm tỷ lệ tiêu hóa.

Dextrin hóa là quá trình cắt phân đoạn các cấu tử amyloz và amylopectin. Dextrin hóa có thể thực hiện bằng phương pháp xử lý tinh bột bằng nhiệt độ và độ ẩm, bằng dung dịch axit hoặc muối. Xử lý bằng tia hồng ngoại (*micronizing*), nổ bóng (*poping*) là các phương pháp dextrin hóa điển hình, tỷ lệ tiêu hóa tinh bột tăng lên rõ rệt.

1.2.3- Tác động của enzym *amylase* lên tinh bột

Các α -amylase có thể gắn vào một điểm bất kỳ bên trong của chuỗi tinh bột mạch thẳng và bẻ gãy chúng thành các đoạn có kích thước nhỏ hơn, chuyển chúng thành đường maltose và dextrin mạch thẳng hoặc mạch nhánh.

Các β -amylase gắn vào các mạch α .1,4 và α .1,6 glucozit ở phần ngoại vi của đại phân tử tinh bột, thủy phân tinh bột thành maltose và glucoz. Đối với các cấu tử amylopectin, α -amylase đầu tiên tác động vào các liên kết gắn các điểm phân nhánh và bẻ gãy chúng thành các oligosaccarit có liên kết phân nhánh. Về đại thể các amylase tác động lên bề mặt hạt tinh bột, trước hết ở những chỗ gãy hay những vùng không hoàn hảo về cấu trúc, sau đó lan tỏa ra các vùng xung quanh, tạo thành các hốc hình nón, xói mòn các hạt và làm cho chúng hòa tan hoàn toàn.

1.3- Kỹ thuật chế biến

Thức ăn hạt thường được chế biến theo các kỹ thuật sau (bảng 9.1) :

Bảng 9.1: Tóm tắt các phương pháp chế biến thức ăn hạt

Chế biến khô		Chế biến ướt	
Khô lạnh	Khô nóng	Ướt lạnh	Ướt nóng
Nghiền búa	Nổ bông (Popping)	Ngâm ướt (Soaking)	Hấp cám (Steam rolling)
Nghiền trực lăn	Xử lý tia hồng ngoại (Micronizing)	Ủ hạt ướt	Hấp và làm vỡ (Steam flaking)
	Rang chín (Roasting)	Xử lý kiềm (Alkali treatment)	Làm giãn nở (Expanding)
	Ép đùn (Dry extruding)	Xử lý axit (Acid treatment)	Nấu chín (Cooking)

1.3.1. Các phương pháp chế biến khô

- Nghiền bằng búa: trong máy nghiền, hạt được đập vỡ bằng hệ thống búa đập. Độ nhỏ của hạt phụ thuộc vào loại hạt, độ ẩm của hạt, kích cỡ mặt sàng, tốc độ dòng hạt lưu chuyển.

- Nghiền bằng trực lăn: hạt được làm vỡ, bị cán mỏng và nghiền nhỏ bởi các trục lăn trong máy nghiền. Độ nhỏ của hạt phụ thuộc vào kích cỡ và cấu

trúc, tốc độ của vòng quay của con lăn và các yếu tố khác như loại hạt, độ ẩm của hạt.

- Nổ bông (popping): đây là phương pháp làm giãn nở và phá vỡ các hạt bằng nhiệt độ và áp suất cao. Ngô, gạo, cao lương, lúa mì có thể áp dụng nổ bông nhưng đại mạch, yến mạch không thực hiện được. Nhiệt độ nổ bông thường là 150°C, nhưng mức độ bung nở khác nhau nhiều tùy theo loại hạt và độ ẩm của hạt.

- Phương pháp dùng sóng cực ngắn (micronizing): nhờ tác động của vi sóng, nhiệt độ của hạt tăng nhanh trong khoảng 140-180°C với thời gian vài chục giây tùy theo loại hạt, tinh bột hạt được gelatin hóa, vitamin được bảo toàn.

- Phương pháp rang chín: hạt được quay trong một khoang kim loại chuyên động theo chu kỳ. Nhiệt độ của hạt trong quá trình rang đạt khoảng 150°C.

- Ép đùn (extruding): hạt được ép qua một syranh tròn, bên trong là một trục có rãnh xoắn. Lực ma sát tạo ra nhiệt độ khoảng 95°C. Tinh bột được gelatin hóa và chất kháng dinh dưỡng cũng bị phá hủy, các chất dinh dưỡng được bảo toàn.

1.3.2. Các phương pháp chế biến ướt

- Ngâm nước: hạt được ngâm nước trong khoảng thời gian 12-24 giờ, hạt ngấm một lượng nước.

- Phương pháp ủ hạt ướt: hạt được ngâm nước đạt hàm lượng nước 25-30% sau đó đem ủ yếm khí 20 ngày. Trong quá trình ủ, các enzym có sẵn trong hạt sẽ tác động đến tinh bột. Chất lượng của sản phẩm chế biến sẽ phụ thuộc vào loại hạt, nhiệt độ môi trường và tỷ lệ nước trong hạt.

- Xử lý kiềm (alkali treatment): hạt được ngâm hoặc phun bằng dung dịch xút nồng độ 2,5-4% phụ thuộc vào loại hạt. Cũng có thể sử dụng dung dịch amoniac, tuy nhiên phương pháp này đóng vai trò bảo quản nhiều hơn là làm thay đổi tính chất vật lý, hóa học của hạt.

- Xử lý axit (acid treatment): xử lý axit thường áp dụng cho hạt cốc tươi, axit được dùng là axetic, propionic, izobutyric, formic, benzoic nhưng phổ biến là axit axetic hoặc propionic hoặc hỗn hợp của hai axit này. Tùy theo độ ẩm của hạt mà tỷ lệ axit được dùng từ 0,5-3% tính theo khối lượng hạt, độ ẩm càng cao lượng axit càng nhiều. Ưu điểm của phương pháp xử lý axit là không cần có hàm ủ kín (hạt đã ngâm axit có thể bảo quản trong túi polyetylen, trong thùng gỗ), thời gian bảo quản có thể kéo dài tới một năm. Tác dụng bảo quản của hạt vẫn còn duy trì khi đưa hạt ra khỏi nơi bảo quản.

- Phương pháp hấp cán (steam rolling): trước hết hạt phải chịu tác động bởi hơi nước nóng trong khoảng thời gian từ 3-5 phút, sau đó hạt được nghiền bằng trục lăn.

- Hấp và làm vỡ (steam flaking): theo phương pháp này hạt được phun một lượng hơi nước nóng trong khoảng thời gian sao cho độ ẩm của hạt nâng lên 18% (với ngô mất 12 phút, với hạt cao lượng mất 25 phút). Nhiệt độ hạt đạt được khoảng 100°C khi đưa vào trục lăn.

- Hấp chín áp suất cao (pressure cooking): hạt được hấp chín ở nhiệt độ 143°C và áp suất 3kg/cm². Sau khi hấp chín nguyên liệu được làm mát cho đến khi nhiệt độ còn 90°C và hàm ẩm giảm còn 20% trước khi cán và nghiền bằng trục lăn.

- Phương pháp làm giãn nở (expanding): theo phương pháp này hạt được hấp chín trong điều kiện có hơi nước ở áp suất và nhiệt độ cao (15kg/cm², 200°C trong 20 giây). Dưới áp suất và nhiệt độ cao, hạt bị trương phồng sau đó giãn nở đến mức tối đa.

- Ép viên (pelleting): thông thường người ta đưa hơi nước nóng vào khối nguyên liệu để đưa nhiệt độ lên khoảng 60-94°C, ở nhiệt độ này một phần tinh bột được gelatin hóa. Nhờ sức ép của trục lăn trên syranh, viên thức ăn được hình thành khi chui qua các rãnh của thành syranh.

3. THỨC ĂN HỖN HỢP VÀ CÔNG NGHỆ THỨC ĂN HỖN HỢP

3.1- Phân loại thức ăn công nghiệp

* Định nghĩa:

Thức ăn công nghiệp là một hỗn hợp thức ăn bao gồm một số nguyên liệu đã qua chế biến và phối hợp theo công thức của nhà chế tạo, đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của tôm và cá.

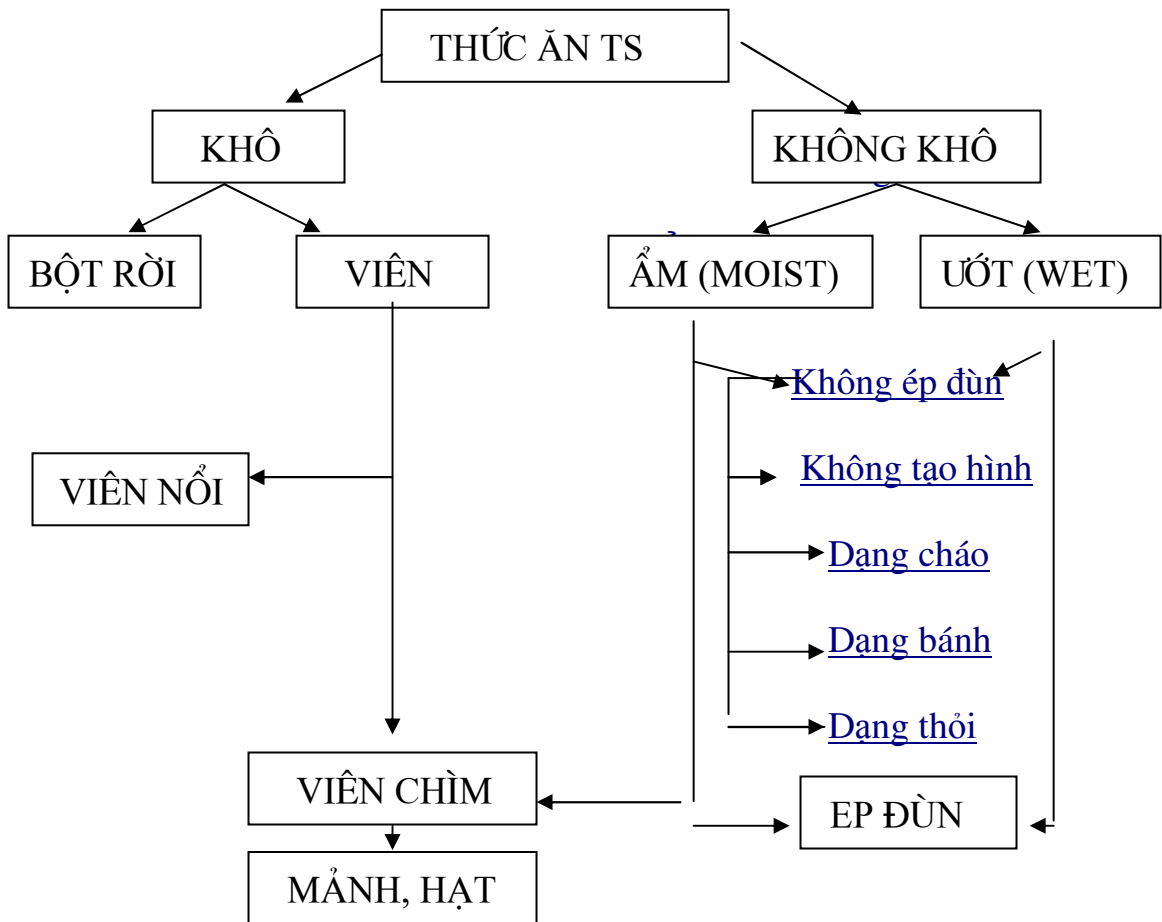
* Các loại thức ăn hỗn hợp: có hai loại:

+ Hỗn hợp hoàn chỉnh: đầy đủ các chất dinh dưỡng, khi cho ăn không phải bổ sung thêm bất cứ một chất dinh dưỡng nào khác (dùng trong hệ thống nuôi công nghiệp).

+ Hỗn hợp bổ sung: bổ sung thêm một số chất dinh dưỡng cần thiết như vitamin, chất khoáng...

* Các dạng thức ăn hỗn hợp :

Có nhiều dạng TACN cho tôm và cá như dạng khô, dạng ướt; trong đó lại chia làm dạng bột hay viên, dạng mảnh hay hạt..., mỗi dạng đòi hỏi một công nghệ sản xuất riêng (sơ đồ 9.1)



Sơ đồ 9.1 Các dạng Thức ăn công nghiệp cho tôm và cá

3.2- Tiêu chuẩn chất lượng của thức ăn hỗn hợp

** Độ ẩm:*

Hàm ẩm của TACN (dạng khô) rất quan trọng vì hàm ẩm của thức ăn có quan hệ đến sự phát triển của vi sinh vật từ đó ảnh hưởng đến thời hạn sử dụng. Bảng 2 sau đây cho biết mối quan hệ giữa hàm ẩm của thức ăn đến sự phát triển của vi sinh vật và côn trùng.

Bảng 9.2 Mối quan hệ giữa hàm ẩm của thức ăn với sự phát triển của côn trùng và vi sinh vật

Hàm ẩm thức ăn (%)	Độ ẩm không khí (RH%)	Hậu quả
0 - 8	0 - 30	Không có hoạt động sinh học
9 -14	30 -70	Nhiễm côn trùng khi RH>60%
14 - 20	70 -90	Nhiễm côn trùng và mốc
20 - 25	90 - 95	Mốc và vi khuẩn phát triển
>25	>95	Vi khuẩn tăng và nảy mầm

** Kích thước:*

Kích thước tùy thuộc vào loài và giai đoạn sinh trưởng của tôm cá (bảng 9.3)

Bảng 9.3 Kích thước viên của TACN cho cá

Tilapia		Channel catfish	
Kích cỡ/tuổi	Kích cỡ viên	Kích cỡ (g)	Kích cỡ viên (mm)
Fry 1-24 giờ	liquify	0,02 – 0,25	0,4 – 0,8
Fry 2-10 ngày	500 microns	0,25 – 1,50	0,8 – 1,4
Fry 10-30 ngày	500 –1000 microns	1,50 – 5,00	1,4 – 2,8
Juvenile	500 –1500 microns	5,0 – 20,0	2,8 – 4,0
1 –30 g	1 – 2mm		
20 – 120 g	2 mm		
125 – 25 g	3 mm		
>250 g	4 mm		

* Tiêu chuẩn cảm quan:

Thức ăn phải có màu đặc trưng của nguyên liệu trong hỗn hợp có mùi thơm, không có mùi mốc hoặc hôi thối...

* Tiêu chuẩn dinh dưỡng:

Tiêu chuẩn này tùy thuộc vào loài và giai đoạn sinh trưởng của tôm cá. Các tiêu chuẩn thường được quy định là năng lượng (DE hoặc ME tính theo MJ hay Mcal/kg hỗn hợp), tỷ lệ P/E, protein và một số axit amin, chất béo và axit béo n-3, một số chất khoáng (Ca, P...), một số vitamin (các chất này được tính theo % hay g, mg/kg hỗn hợp).

3.3- Các quy định pháp luật đối với thức ăn hỗn hợp

Thức hỗn hợp là một loại hàng hóa cho nên phải tuân thủ những quy định pháp luật của loại hàng hóa này, những quy định này phải được thể hiện trên nhãn hàng.

Những quy định này gồm:

- Hàm ẩm :đối với hỗn hợp khô, hàm ẩm được quy định là <14%.
- Hàm lượng tối thiểu chất dinh dưỡng (đối với cá chất dinh dưỡng quý như protein, axit amin, chất béo, Ca, P...) và hàm lượng tối đa các chất dinh dưỡng (đối với các chất dinh dưỡng gây ảnh hưởng xấu đến sinh trưởng và hiệu suất sử dụng thức ăn của động vật như tro, cát sạn (khoáng không hòa tan trong axit HCl), chất xơ.
- Các chỉ tiêu vệ sinh an toàn: bao gồm các chỉ tiêu vi sinh vật gây bệnh và nấm mốc độc hại (như aflatoxin...), các chất hóa chất độc hại (như kim loại nặng Pb, Hg, Cd...), các thuốc (như kháng sinh...).
- Các quy định về nhãn hàng: nhãn hàng phải ghi tên thương phẩm (đối với những hỗn hợp có bổ sung thuốc, một số nước bắt buộc phải ghi trên nhãn hàng chữ “có sử dụng thuốc”- tiếng Anh: MEDIATED), đối tượng sử dụng, các phân tích đảm bảo (guaranteed analysis), các nguyên liệu trong hỗn hợp (chỉ ghi tên nguyên liệu không cần khối lượng hay tỷ lệ), hướng dẫn sử dụng, thời hạn sử dụng, tên và địa chỉ nhà sản xuất, khối lượng tịnh.

3.4- Công nghệ thức ăn hỗn hợp

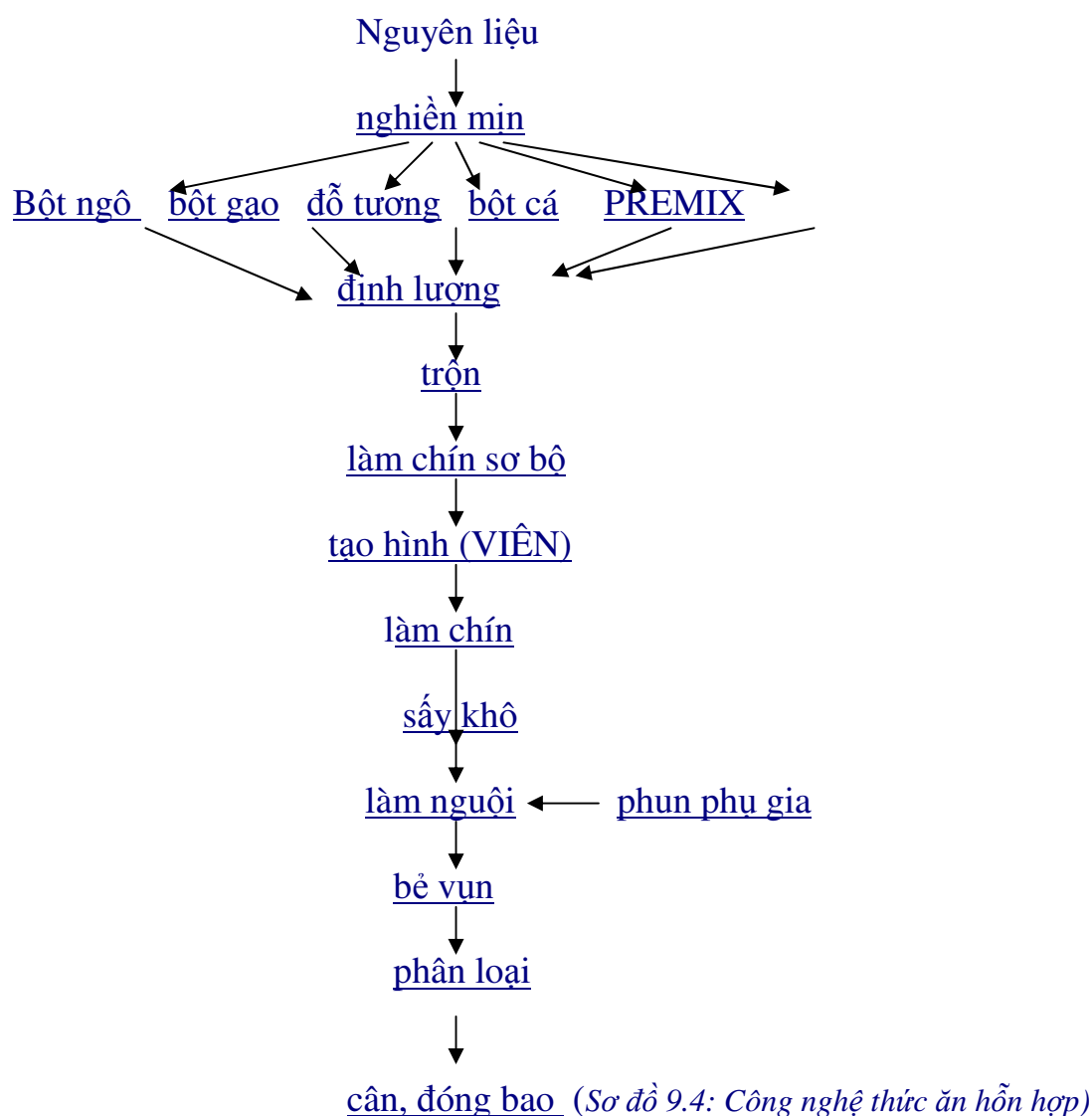
Công nghệ chế biến thức ăn hỗn hợp xuất hiện từ những năm 50, ngày nay công nghệ này ngày càng hiện đại. Ở giai đoạn đầu, thức ăn hỗn hợp chỉ được trộn bằng tay trên sàn kho, rồi tiến tới trộn cơ khí, trộn liên tục và bây giờ máy tính đã kiểm soát việc trộn và viên.

Các công đoạn của chế biến thức ăn hỗn hợp gồm : nhập kho, cân, nghiền, trộn, viên, làm nguội, bao gói, bảo quản (sơ đồ 9.4).

Không đi sâu vào các công đoạn trên, ở đây chỉ nhấn mạnh những điểm sau :

(1)- **Cân nguyên liệu** : Để phối hợp đúng công thức, việc cân chính xác nguyên liệu là rất quan trọng, có một số nguyên liệu cần phải nghiền trước khi cân, cân thức ăn bổ sung phải chú ý vì khối lượng nhỏ và đắt tiền.

(2)- **Nghiền** : Đây là công đoạn tốn nhiều năng lượng nhất. Chi phí năng lượng cho việc nghiền thức ăn thủy sản thường gấp 5-6 lần so chi phí năng lượng cho việc nghiền nguyên liệu làm thức ăn cho động vật trên cạn. (Ví dụ: máy nghiền công suất 22 KW/giờ, nếu ngô đem nghiền mịn, mỗi giờ nghiền được 200kg, còn nghiền thô thì được tới 2000kg).



Kích thước nghiền phụ thuộc vào công thức ăn cho từng loại cá, nghiền nhỏ giúp dễ trộn và tăng tỷ lệ tiêu hoá. Tuy nhiên nghiền quá nhỏ thì không tốt vì bề mặt tiếp xúc tăng, khó bảo quản, tỷ lệ tiêu hoá có thể giảm. Nghiền làm cho nhiệt độ nguyên liệu tăng lên (10 – 20⁰C) do vậy máy nghiền phải có thiết bị làm mát (quạt, ...). Thường trước khi nghiền người ta phải loại bỏ kim loại và những tạp chất khác.

(3). **Trộn** : Trộn là một “ nghệ thuật”, chứ không phải “kỹ thuật”. Mục đích của trộn là làm cho hỗn hợp đồng nhất. Đối với thức ăn cá, việc trộn đều càng cần thiết vì hàng ngày cá ăn ít, trộn không đều làm cho lượng thức ăn ăn vào biến động. Đối với quy mô nhỏ, để trộn đều người ta đưa thêm chất màu vào để làm chất chỉ thị. Thức ăn bổ sung khi đưa vào hỗn hợp phải trộn trước (ở dạng premix) và đảm bảo khối lượng không dưới 1 kg tính cho 100 kg hỗn hợp.

Máy trộn có hai loại máy :

+ Máy trộn đứng (vertical mixers) : Trộn bằng vít xoắn ở tốc độ 100 – 200 vòng/phút, thời gian trộn kéo dài 10 – 15 phút. Máy trộn đứng khi phải trộn thức ăn cùng với chất lỏng thì ít hiệu quả vì chất lỏng có khuynh hướng tạo thành những cục nhỏ chứ không bám đều vào nguyên liệu khô.

+ Máy trộn nằm ngang (horizontal mixers) : Thời gian trộn ngắn hơn (3 – 6 phút), máy này cũng thích hợp với việc trộn 8% chất lỏng trong hỗn hợp, máy này đắt hơn máy trộn đứng.

(4). **Viên** :

+ Viên nguội thức ăn đã trộn, đưa vào máy dập viên ở nhiệt độ trong phòng. Đưa độ ẩm của khối thức ăn lên 15 – 16%. Viên thực hiện bằng cách ép đùn cho nên trong quá trình viên nhiệt độ tăng lên 60 – 70⁰C, sau đó viên được làm khô và làm nguội đến nhiệt độ trong phòng.

+ Viên nóng (conditioner pelleting) : Hỗn hợp thức ăn được làm nóng bằng hơi nước khô nhờ một bộ phận tạo hơi nước nóng. Hỗn hợp thức ăn được ép bằng máy dập khuôn để tạo viên, sau đó viên được làm khô và làm nguội.

Trong công nghiệp thức ăn hỗn hợp cần chú ý đến chất lượng viên thức ăn. Chất lượng viên (chỉ xét về khía cạnh vật lý) thể hiện ở độ cứng, độ bóng, độ gelatin hoá, độ chín và độ bền với nước khi sử dụng.

Chất lượng viên phụ thuộc vào nguyên liệu đưa vào ép viên, thiết bị và công nghệ viên.

+ Về nguyên liệu:

- Khối lượng riêng, kết cấu và thành phần hoá học nguyên liệu. Hỗn hợp nguyên liệu có khối lượng riêng (klr) 0,4 g/cc khi được ép thành viên có klr 0,5-0,6 g/cc (với khuôn vòng, áp suất viên là 75-600 kg/cm²).

-Thức ăn nhiều xơ viên cứng hơn thức ăn ít xơ.

-Thức ăn nhiều mỡ (>8-10%), nhiều nước (>15%) làm giảm chất lượng viên (giảm độ cứng).

+ Về công nghệ:

Quan hệ giữa đường kính x độ dài khuôn viên; tốc độ quay của khuôn, tốc độ thức ăn đa vào buồng nguyên liệu; lượng hơi nước vào khuôn; độ ẩm không khí đều có ảnh hưởng đến chất lượng viên thức ăn.

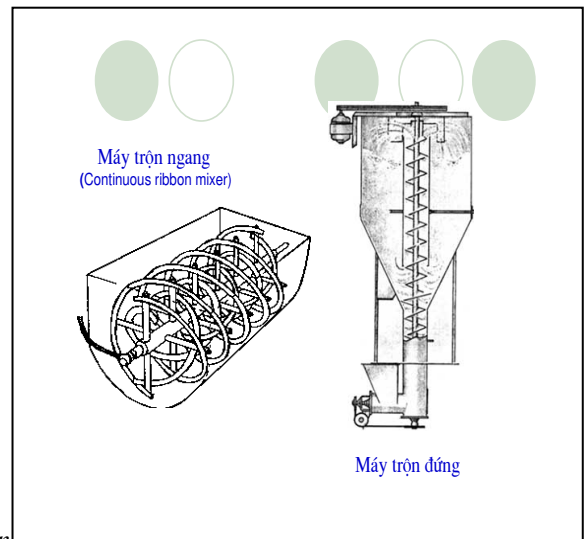
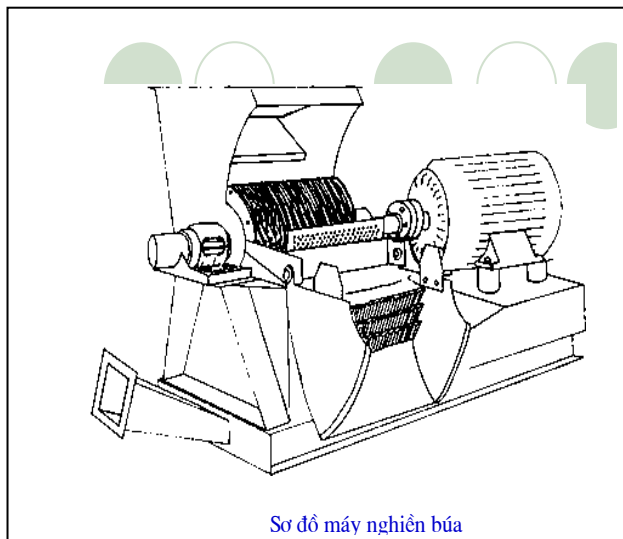
(5). **Đóng bao** : Thức ăn hỗn hợp rời hay viên được bao gói bằng túi polyetylen, bên ngoài bằng bao dứa. Dự trữ nơi khô ráo, thoáng mát, tránh chuột bọ xâm hại.

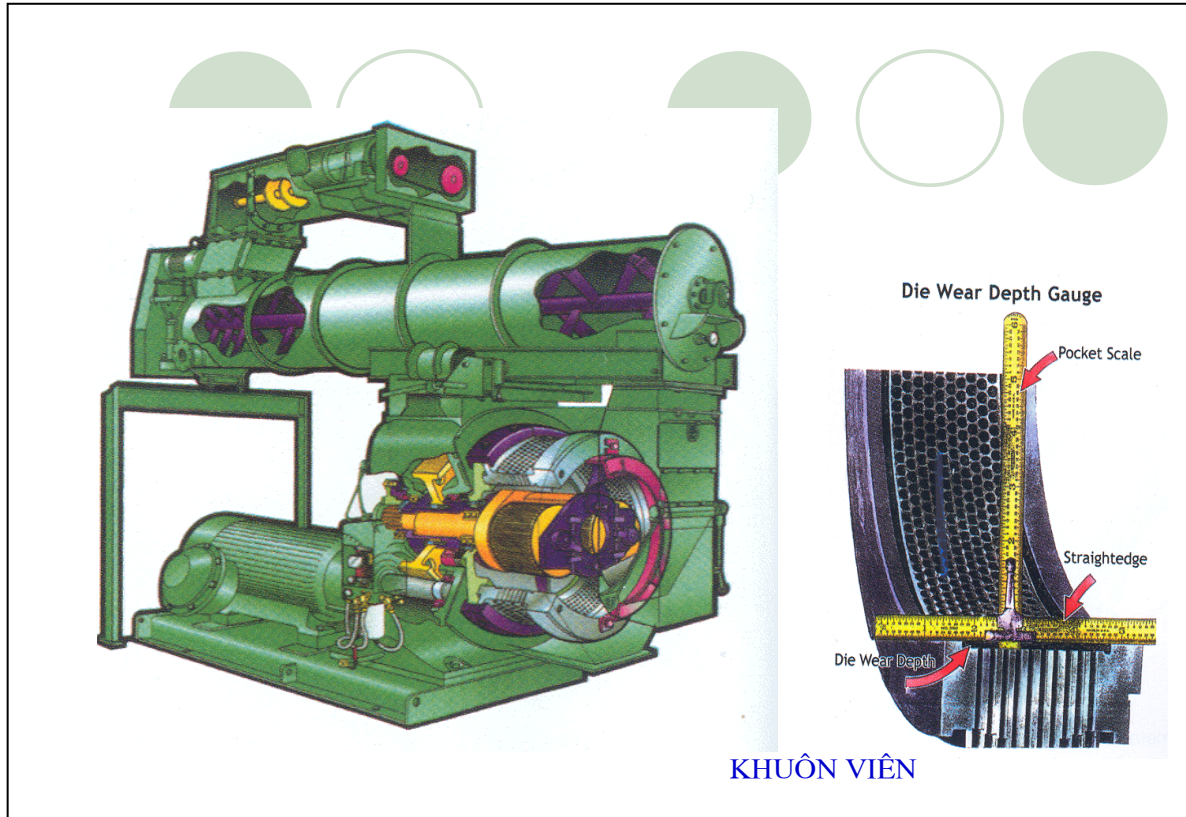
3.5- Những thiết bị cần thiết cho một nhà máy thức ăn hỗn hợp cho tôm và cá

Sau đây xin giới thiệu những thiết bị cần thiết để sản xuất các loại thức ăn hỗn hợp khác nhau cho tôm và cá (bảng 9.4).

Bảng 9.4 Các thiết bị cần thiết để sản xuất thức ăn hỗn hợp khô cho tôm và cá

	<i>Bột</i>	<i>Viên nổi</i>	<i>Viên chìm</i>	<i>Hạt</i>
Máy nghiền (grinder)	+	+	+	+
Máy trộn khô (dry mixer)	+	+	+	+
Máy nâng (elevator)	?	+	?	?
Băng tải (conveyor)	?	+	?	?
Máy ép viên (pelleter and dies)	-	-	+	+
Nồi nấu hay máy ép đùn (cooker/extruder)	-	+	-	-
Surge bins	?	+	+	+
Máy làm nguội/làm khô (cooler/dryer)	-	+	+	+
Máy phun mỡ (fat sprayer)	-	?	?	?
Nồi hơi (steam boiler)	-	+	+	+
Máy đập mảnh (crumbler)	-	-	-	+
Máy nâng (sifter)	-	+	+	+
Máy khâu bao (bag sewer)	+	+	+	+
Cân (scales)	+	+	+	+





Sơ đồ 9. : Máy ép viên

Câu hỏi :

- 1- Những biến đổi vật lý, hoá học của tinh bột khi chế biến.
- 2- Kỹ thuật chế biến thức ăn hạt.
- 3- Cho biết đặc điểm các loại thức ăn hỗn hợp và các dạng thức ăn hỗn hợp cho tôm và cá.
- 4- Các khâu chính trong công nghệ sản xuất thức ăn hỗn hợp cho tôm và cá.

Chương 11 PHỐI HỢP KHẨU PHẦN

1. KHÁI NIỆM CHUNG:

Khẩu phần là một tổ hợp thức ăn thoả mãn nhu cầu dinh dưỡng của động vật.

Nhu cầu dinh dưỡng gồm:

- Nhu cầu xác định trong phòng thí nghiệm (Feeding standard or Nutrient requirement).

- Nhu cầu trong nuôi dưỡng thực tế (Nutrient allowance): nhu cầu xác định trong phòng thí nghiệm + số dư an toàn (margins of safety).

Ví dụ:

	Khẩu phần cho catfish	kg
Tên thương phẩm của thức ăn: Bio-Optimal	Bột cá thương phẩm	15,17
	Khô đỗ tương	8,50
	Khô lạc	8,50
	Bột mì	18,70
	Mỡ lợn	5,11
	Dicanxiphotphat	1,04
	Muối ăn	2,00
	Chất kết dính (Cacboxymethyl xeluloz)	2,00
	Premix vitamin	0,92
	Nước	38,56
	T.C:	100,00
Thành phần dinh dưỡng	Protein (%)	34,5
	Chất béo (%)	10,8
	Tro (%)	11,9
	Ca (%)	1,0
	P (%)	1,2

Thành phần trên đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cho cá chameleon catfish, trong 5 tháng cá tăng 624% và FCR là 1,1.

Nhắc lại một số nhu cầu dinh dưỡng của cá và tôm (theo Michael B. New trong cuốn Feed and Feeding of Fish and Shrimp – FAO 1987).

1- Cá da trơn (*Channel catfish*)

Nhu cầu dinh dưỡng của cá này được Mỹ nghiên cứu nhiều:

Lipit		10% (thí nghiệm)
		8% (thương phẩm)
Protein	từ fry đến fingerling	35-40%
	- fingerling đến sub-adults	25-35%
	- adults và broodfish	28-32%
Axit amin:	lysine	5,1% của thức ăn.
	methionin e(không có cystine)	2,3% của protein.
Photpho hữu dụng (P av.)		0,5%
Muối ăn		0,5-1,0%
DE kcal/kg		2700-3200

Chú ý: nuôi thâm canh, bột cá trong hỗn hợp không nên < 7,5%, protein động vật không <14%.

2- Cá chép

2.1- Common carp

Lipit từ		18% trở lên(nhiều lipit thì tiết kiệm được protein)
Protein		25-38%
	Lizin	5,7% của thức ăn.
	Metionin	3,1% của protein (không có xistin).
Photpho hữu dụng		0,6-0,7%.
DE kcal/kg		2700-3100.

Chú ý: ít nhất có 1% axit béo ω_3 và 1% axit béo ω_6 , cần có hàm lượng lipit cao trong giai đoạn sinh sản.

2.2- Indian và Chinese Carps

Nhu cầu chung cho các loài cá ăn tạp nước ấm (warmwater omnivorous species) như sau:

Chất dinh dưỡng	Fry&Fingerling	Juvenilles & Grower	Broodfish
Lipit (min%)	8	5	5
Protein (min%)	30	25	30
Ca (min/max%)	0.8 – 1.5	0,5 – 1,8	0,8 – 1,5
P av.(min/max%)	0,6 – 1,0	0,5 – 1,0	0,6 – 1,0
Lizin (min%protein)	6,7	6,4	6,0
Metionin/xistin (min% củaprotein)	4,0	3,6	3,3
DE (kcal/kg)	3100	2800	2800

3- Tilapias

Nhu cầu sau đây rút ra từ nghiên cứu của Jaucey và Ross 1982:

Lipit	10% (từ fry đến 0,5g); 8% (từ 0,5 đến 35g) 6% (từ 35g đến market size)
Protein	50% (từ fry đến 0,5g size); 35% (từ 0,5 đến 35) 30% (từ 35 đến market size)
Lizin	4,1% protein thức ăn
Metionin + 50% xistin	1,7% protein thức ăn
Cacbohydrat tiêu hoá	25%
Xơ thô	8 – 10%.
DE kcal/kg	2500 – 3400

Chú ý: Hỗn hợp không chứa dưới 1% axit béo $\omega 3$ và 1% $\omega 6$.

4- Tôm

Chất dinh dưỡng	<i>Penacus japonicus</i>	<i>Penaeus monodon</i>	<i>Penaeus setiferus</i>	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Lipit	?	2,5 – 10,0	3 - 8	2,5 – 6,0
Protein	48 – 60	35 - 39	20 - 32	20 –25
Lizin	9,2	?	?	?
Metionin	2,7	?	?	?

Chú ý: Hỗn hợp cần chứa 1-2% axit béo ω 3 và những HUFA khác, tỷ lệ axit béo ω 3/ ω 6 phải cao, protein động vật biển đối với tôm rất quan trọng.

Xem thêm bảng nhu cầu dinh dưỡng cho cá của NRC-1993 ở phần phụ lục.

2. PHỐI HỢP KHẨU PHẦN.

2.1- Nguyên tắc chung.

Khi phối hợp khẩu phần phải:

- Xác định nhu cầu dinh dưỡng của cá: nhu cầu của cá gồm nhu cầu protein, tỷ lệ P/E, nhu cầu axit amin, chất khoáng (Ca, P và các khoáng khác) vitamin, xơ, carbohydrat (không vượt quá 30-40% khẩu phần tùy loài).
- Lựa chọn nguyên liệu thức ăn và biết thành phần dinh dưỡng của thức ăn đã lựa chọn.

Có thể sử dụng bảng “Thành phần dinh dưỡng thức ăn cho tôm, cá” của ADCP (Aquaculture Development and Coordination Programe - FAO) ở phần phụ lục. Trong bảng có ghi thành phần protein thô, chất béo, xơ thô, tro, chất chiết không N, Ca, P, met.+xist., lizin (tính trên cơ sở chất khô của thức ăn) và năng lượng tiêu hoá (DE kcal/kg). DE của thức ăn cho tôm, cá tính trên cơ sở giá trị DE của 1g các chất dinh dưỡng trong thức ăn theo khuyến cáo của Michael B. New 1987 (bảng11.1).

Bột cá 60%CP, cám gạo 10%CP, khô dầu đỗ tương 45%CP. Hỗn hợp cuối cùng chứa protein động vật không quá 1/3 lượng protein khẩu phần. Hỗn hợp chứa 4% premix vitamin - khoáng, 4% mỡ và 2% chất kết dính.

Giải:

Gọi x: kg bột cá trong 100kg thức ăn hỗn hợp

y: kg cám trong 100kg thức ăn hỗn hợp

z : kg đỗ tương trong 100kg thức ăn hỗn hợp

Các chất bổ xung đã có trong hỗn hợp:

$$4 \text{ premix} + 4\% \text{ mỡ} + 2\% \text{ chất kết dính} = 10\%$$

Giới hạn protein động vật: $0,60x = 35/3 = 11,67$

Ta lập được phương trình:

$$\begin{cases} 0,6x + 0,1y + 0,45z = 35 & (1) \\ x + y + z = (100 - 10) & (2) \\ 0,6x = 11,67 & (3) \end{cases}$$

Từ (3) ta có $x = 11,67/0,6 = 19,45$

Thay giá trị của x vào (1) và (2), ta có phương trình:

$$\begin{cases} 0,1y + 0,45z = 23,43 & (4) \\ y + z = 70,56 & (5) \end{cases}$$

Giải phương trình ta được:

$$x = 19,45 \quad y = 42,03 \quad z = 38,42$$

Tóm lại khẩu phần có:

Bột cá	19,45kg
Cám	42,03kg
Khô đỗ tương	38,42 kg
Premix	4,00kg
Mỡ	4,00kg
Chất kết dính	2,00 kg
	<hr/>
	100,00

Ngoài các phương pháp đơn giản trên, phương pháp phối hợp khẩu phần bằng các chương trình phần mềm trên máy vi tính cũng đã được áp dụng nhiều trong ngành công nghiệp thức ăn thủy sản.

Câu hỏi ôn tập:

- 1- Tiêu chuẩn, khẩu phần là gì? Cho ví dụ.
- 2- Cho biết nhu cầu dinh dưỡng của một số loài tôm và cá.
- 3- Cho biết các nguyên tắc phối hợp khẩu phần, cho ví dụ.

PHỤ LỤC 1
HỖN HỢP THỨC ĂN, PREMIX KHOÁNG VITAMIN
CHO TÔM, CÁ.

*(Trích trong cuốn Feed and Feeding of Fish and Shrimp
của Michael B. New-FAO, Rome 1987)*

1-Hỗn hợp khoáng số 1 (*Trout, Carp, Tilapia, Catfish*).

<i>Chất khoáng</i>	<i>mg/g premix</i>
Fe	50
Cu	3
Co	0,01
Mn	20
Zn	30
I	0,1
Se	0,1

Nguồn: Chow, 1982

Premix dùng với mức 0,1% khẩu phần.

2- Hỗn hợp khoáng số 2 (*Catfish*).

<i>Chất khoáng</i>	<i>Số lượng (g)</i>
CaCO ₃	150,0
MnSO ₄ .H ₂ O	15,0
ZnSO ₄ .7H ₂ O	35,0
CuSO ₄ .5H ₂ O	2,0
FeSO ₄ .7H ₂ O	25,0
KI (hoặc KIO ₄)	0,1
NaH ₂ PO ₄	1000,0
MgSO ₄	50,0
NaCl	223,0
TC	1500,1

Nguồn: Halver, 1982

Premix dùng với mức 1,2% trong khẩu phần ẩm.

3- Hỗn hợp khoáng số 3 (*Indian Carps*).

<i>Chất khoáng</i>	<i>ppm trong khẩu phần cuối cùng</i>
CuSO ₄ .5H ₂ O	Cu = 10
FeSO ₄ .7H ₂ O	Fe = 100
MnSO ₄ .H ₂ O	Mn = 50
ZnO	Zn = 50
CoCl.6H ₂ O	Co = 0,05
KI	I = 0,1
CaHPO ₄	

Nguồn: Chow, 1982 / Dùng ở mức 0,1% trong khẩu phần

4- Hỗn hợp khoáng số 4 (Tilapia).

<i>Chất khoáng</i>	<i>Trong khẩu phần cá nước ngọt (g/kg premix)¹</i>	<i>Trong khẩu phần cá biển(g/kg premix)²</i>
CaHPO ₄ .H ₂ O	727,7775	-
MgSO ₄ .7H ₂ O	127,5000	510,00
NaCl	60,0000	200,00
KCl	50,0000	151,11
FeSO ₄ .7H ₂ O	25,0000	100,00
ZnSO ₄ .7H ₂ O	5,5000	22,00
MnSO ₄ .4H ₂ O	2,5375	10,15
CuSO ₄ .7H ₂ O	0,7850	3,14
CoSO ₄ .7H ₂ O	0,4775	1,91
Ca(IO ₃).6H ₂ O	0,2950	1,18
CrCl ₃ .6H ₂ O	0,1275	0,51
	TC: 1000,0000	TC: 1000,00

Nguồn: Jauncey và Ross, 1982

1- Dùng ở mức 4% trong khẩu phần/ 2- Dùng ở mức 1% trong khẩu phần

5- Hỗn hợp vitamin (*Trout, Carp, Tilapia, Catfish*).

<i>Vitamin</i>	<i>mg/kg khẩu phần khô</i>
Vitamin A	1000 IU
- D ₃	200 IU
- E	10 IU
- K	2
- C	40
- B ₁	4
- B ₂	4
Axit panthothenic	10
Niacin	20
Vitamin B ₆	4
Biotin	0,02
Axit folic	1
Cholin chloride	90
Vitamin B ₁₂	0,004
Ethoxyquin	16

Nguồn: Chow, 1982

6- Hỗn hợp vitamin (*Tôm biển, tôm nước ngọt*)

<i>Vitamin</i>	<i>mg/g premix</i>
Vitamin A	500 IU
- D ₃	100 IU
- B ₁	0,1
- B ₂	0,3
Pyridoxine	0,2
Vitamin B ₁₂	0,001
Axit Nicotinic	2,0
Calcium Panthothenate	0,6
Axit Folic	0,05
Vitamin K	0,2
Vitamin C	5,0

Nguồn: Chow, 1982

7- Một số công thức thức ăn hỗn hợp:

7.1- *Catfish*:

<i>Channel Catfish (USA- Viên khô)</i>		<i>Catfish (Clarias&Ophicephalus) (Thái lan- Viên khô)</i>	
Bột cá (60% CP)	12,0 %	Bột cá	56,0%
Bột máu (80%CP)	5,0	Cám gạo	12,0
Bột lông vũ	5,0	Khô lạc	12,0
Khô đồ tương chiết ly	22,5	Tinh bột (alpha)	14,0
Khô dầu bông bở vỏ	12,5	Dầu cá	4,0
Distillers solubles khô	8,0	Premix K+V	1,6
Cám gạo	20,0	Basfin (Chất kết dính)	0,4
Tấm lúa mì	10,0		
Bột cỏ alfalfa (17%CP)	3,5		
Muối iot	1,0		
Premix vitamin	0,5		
TC:	100,0	TC:	100,0

Nguồn: Lee 1981; tacon và Beveridge 1981

7.2- Hỗn hợp cho *Common Carp, Channel catfish, Tilapia spp*:

<i>Nguyên liệu</i>	<i>Dry growers feed (Mehico)</i>
Đỗ tương ép dầu	54,00%
Khô dầu hướng dương	11,07
Khô mầm ngô	7,34
Cao lương	15,00
Cám lúa mì	3,00
Mật rỉ	5,00
Calcium orthophosphat	2,35
Bột đá vôi	2,54
Premix vitamin	0,60
Premix khoáng	0,10
TC:	100,0

Nguồn: Chow 1982

7.3- Hỗn hợp cho *Tilapia* (nước ngọt):

<i>Nguyên liệu</i>	<i>Fry - 0,5 g (%)</i>	<i>0,5 - 35 g (%)</i>	<i>35- market (%)</i>
Bột cá	30	10	5
Bột lông vũ	15	5	3
Bột thịt	5	5	5
Khô đỗ tương	5	12	4
Khô lạc	10	12	10
Khô dầu bông	5	20	20
Cám gạo	10	20	37
Distillers solubles	10	10	10
Premix vitamin	2	2	2
Premix khoáng	4	4	4
Lipit bổ sung	4	-	-
TC:	100	100	100

Nguồn: Jauncey và Ross 1982

7.4- Hỗn hợp cho *Tôm biển* :

<i>Viên khô cho P.monodon & P. merrguiensis (Malaysia)</i>		<i>Khẩu phần thực hành ở ao (USA)</i>	
<u>Nguyên liệu</u>	<u>(%)</u>	<u>Nguyên liệu</u>	<u>(%)</u>
Bột cá	27,0	Bột cá (61%CP)	15,000
Bột thịt xương	10,0	Khô đỗ tương chiết ly	36,000
Khô đỗ tương	15,0	Bột đầu tôm	10,000
Khô vừng ép	5,0	Bột mì giàu gluten	20,000
Khô lạc ép	5,0	Cám gạo	12,000
Ngô	4,0	Mỡ	2,000
Khô dừa	10,0	Chất kết dính	2,000
Cám gạo đã lấy dầu	10,0	Premix vitamin	0,500
Bột xanh	5,0	Premix khoáng	0,500
Tapioca	8,0	Dicalcium Phosphate	1,000
Premix vitamin (+0,02%BHT và 0,015% Ethoxiquin)	1,0	Vitamin C (bọc)	0,038
	100,0		100,000

Nguồn: Kanazawa 1984; NRC 1983

7.5- Tôm nước ngọt:

<i>Viên khô (Thái lan)</i>			<i>Viên khô (Indonesia)</i>	
	<u>1</u>	<u>2</u>		
Dầu cá	3,0	3,0	Bột cá	20,0
Bột tôm	25,0	10,0	Khô đỗ tương	9,0
Bột cá	10,0	4,0	Cám gạo	45,0
Khô lạc	5,0	2,0	Khô dừa	20,0
Khô đỗ tương	5,0	2,0	Tapioca	5,0
Gạo nghiền	25,5	39,0	Premix K+V	1,0
Cám gạo	25,5	39,0	TC:	100,0
Guar Gum	1,0	1,0		
	TC: 100,0	100,0		

Nguồn: New-Singholka 1982; Manik 1976

PHỤ LỤC 2
BẢNG NHU CẦU DINH DƯỠNG CỦA MỘT SỐ LOÀI CÁ
(NRC 1993)

Những giá trị về nhu cầu dinh dưỡng trình bày trong bảng dưới đây là nhu cầu tối thiểu của cá trong điều kiện thí nghiệm. Trong thực tế sản xuất những nhu cầu này phải được thêm một số dư an toàn (margin of safety) để bù đắp cho những mất mát khi chế biến và dự trữ, sự chênh lệch về khả năng lợi dụng sinh học của các chất dinh dưỡng và chênh lệch về nhu cầu do tác động của môi trường. Nếu nồng độ năng lượng hay protein khẩu phần cao hơn hay thấp hơn các giá trị ghi trong bảng thì nhu cầu các chất dinh dưỡng khác cũng phải thay đổi theo .

Nhu cầu axit amin, axit béo, vitamin và khoáng được xác định với khẩu phần tinh chế có độ lợi dụng sinh học gần 100%, điều này cần được xem xét khi khẩu phần được phối hợp từ thức ăn tự nhiên có độ lợi dụng sinh học kém hơn.

	<i>Channel Catfish</i>	<i>Rainbow Trout</i>	<i>Pacific Salmon</i>	<i>Common Carp</i>	<i>Tilapia</i>
DE kcal/kg	3000	3600	3600	3200	3000
Protein thô %	32	38	38	35	32
Protein tiêu hoá %	28	34	34	28	28
Axit amin %:					
- Arginine	1,2	1,5	2,04	1,31	1,18
- Histidine	0,42	0,7	0,61	0,64	0,48
- Isoleucine	0,73	0,9	0,75	0,76	0,87
- Leucine	0,98	1,4	1,33	1,00	0,95
- Lysine	1,43	1,8	1,70	1,74	1,43
- Met + cystine	0,64	1,0	1,36	0,94	0,90
- Phe + tyrosine	1,40	1,8	1,73	1,98	1,55
- Threonine	0,56	0,8	0,75	1,19	1,05
- Tryptophan	0,14	0,2	0,17	0,24	0,28
- Valin	0,84	1,2	1,09	1,1	0,78
n-3 fatty acids %	0,5 - 1,0	1	1 - 2	1	-
n-6 fatty acids %	-	1	-	1	0,5 - 1
Chất khoáng:					
Ca %	R	1 E	NT	NT	R
Cl %	R	0,9 E	NT	NT	NT
Mg %	0,04	0,05	NT	0,05	0,06
P %	0,45	0,6	0,6	0,6	0,5
K %	R	0,7	0,8	NT	NT
Na %	R	0,6 E	NT	NT	NT

Cu mg/kg	5	3	NT	3	R
I mg/kg	1,1 E	1,1	0,6 - 1,1	NT	NT
Fe mg/kg	30	60	NT	150	NT
Mn mg/kg	2,4	13	R	13	R
Zn mg/kg	20	30	R	30	20
Se mg/kg	0,25	0,3	R	NT	NT
Vitamin:					
A, UI/kg	1000-2000	2500	2500	4000	NT
D, UI/kg	500	2400	NT	NT	NT
E, UI/kg	50	50	50	100	50
K, mg/kg	R	R	R	NT	NT
Riboflavin mg/kg	9	4	7	7	6
Pantothenic acid mg/kg	15	20	20	30	10
Niacin mg/kg	14	10	R	28	NT
Vitamin B12 mg/kg	R	0,01 E	R	NR	NR
Choline mg/kg	400	1000	800	500	NT
Biotin mg/kg	R	0,15	R	1	NT
Folate mg/kg	1,5	1,0	2	NR	NT
Thiamin mg/kg	1	1	R	0,5	NT
VitaminB6 mg/kg	3	3	6	6 NT	NT
Myoinositol mg/kg	NR	300	300	440	NT
Vitamin C mg/kg	25-50	50	50	R	50

Ghi chú:

R: có nhu cầu nhưng không xác định được số lượng

NR: không thấy có nhu cầu khi xác định trong điều kiện thí nghiệm.

NT: không test

E: ước tính

PHỤ LỤC 3: BẢNG THÀNH PHẦN THỨC ĂN CHO TÔM – CÁ

Feed code	Common name	DM	As % of Dry Matter										DE Kcal/kg
			CP	EE	CF	ASH	NFE	Ca	P	Met+Cys	Lys		
B.88	Alfafa, lucern -fresh, 1 month, India	89.0	24.5	2.6	16.2	15.7	41.0	1.96	0.42	0.49	1.05	1959	
			20.3	3.1	25.7	14.8	36.1	2.24	0.35	0.40	0.87		
C.38	Water hyacinth -fresh, Malaysia	14.7	12.1	1.7	22.5	13.3	50.4	1.62	0.60			1807	
E.44	Cassava, tapioca -driedchips, Malaysia	87.2	2.0	0.6	2.7	2.2	92.5					2899	
F.7	Rice -polished, broken grain,Thailand	86.6	8.5	0.6	0.2	0.6	90.2	0.32	0.34	0.25	0.32	3077	
		91.3	13.7	5.4	20.0	18.1	48.8			0.52	0.56	2416	
F.11	Maize -yellow grain, Thailand	88.0	10.9	5.0	2.9	3.4	76.8	0.02	0.26	0.22	0.26	3118	
		91.8	55.7	2.9	1.7	1.1	38.6					3502	
G.3	Groundnut -oil cake, India	90.5	38.2	15.2	11.8	6.2	28.5			0.49	1.37	3237	
		91.7	46.9	7.7	6.5	7.2	31.6	0.26	0.83	0.61	1.69	3030	

G.12	-oilcake, Philippines -oil cake, Malaysia	91.7 92.3	22.7 18.1	7.7 8.9	10.5 16.4	5.5 4.6	55.3 52.0	0.21 0.58	0.43 0.34	0.56 0.45	3077 2960
G.16	Soyabean -oilcake, China	84.8	47.5	6.4	5.1	6.4	34.6	0.13	1.42	2.90	3009
G.17	Cotton seed -oilmeal, USA	89.9	46.1	0.7	15.1	7.1	31.0	0.17	1.36	1.89	2738
H.1	Animal protein supplements -meat and bone meal,Australia	93.3	47.8	13.6	3.6	35.0	-	12.48	6.48	2.39	3000
H.2	Animal blood -blood meal	89.5	88.5	1.2	0.4	0.6	3.9	0.28	0.28	7.08	3576
H.10	Poultry by-products -viscera,raw	26.3	52.9	42.4		4.7		0.22	0.96		5508
H.17	Fiish meal -Peruvian -Thai	91.8 91.3	70.5 60.2	5.2 6.6	1.1 2.6	16.8 27.0	6.4 3.6	4.30 6.00	2.83 3.70	5.29	3604 3194
H.22	Fish silage -acidsilage,Thailand	25.7	65.0			19.5		0.70	1.55		2762

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1- Akiyama, T., Oohara, I. and Yamamoto, T., 1997. **Comparision of essential amino acid requirements with A/E ratio among fish species** (review paper). Fisheries Science 63, 963-970.

2- Ensminger, M.E., 1991. **Animal Science**. 9th Edition. Interstate Publishers, INC., Illinois

3- FAO. 1995. **Farm-made Aquafeed**. FAO Fisheries Technical Paper 343. Rome

4- Gerald M. Ludwig, 1999. **Zooplankton Succession and Larval Fish Culture in Freshwater Ponds** - SRAC Publication No. 700.

5- Granvil D. Treece and D. Allen Davis, 2000. **Culture of Small Zooplankton for the Feeding of Larval Fish** – SRAC Publication No. 701

6- Granvil D. Treece, 2000. **Artemia Procdution for Marine Larval Fish Culture** - SRAC Publication No. 702.

7- Halver, J. E., R. W. Harway, 2002. **Fish Nutrition**. 3th Ed. Academic press, Inc. California 92101

8- Jhingran V. G, 1989: **Introduction to Aquaculture**. United Nations Developpement Programme, Food and Agriculture organuzation of United Nations, Nigerian Institute for Oceanography and Marine research Projects RAF/82/009

9- Laurent Verschuere, Geert Rombaut, Patrick Sorgeloos, Willy Verstraete, 2000: **Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture**

10- Michael B. New 1987. **Feed and Feeding of Fish and Shrimp** (A manua on the preparation and presentaition of compound feed for shrimp and fish in aquaculture) - UNDP, FAO - Rome

11- 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.

12- Nose, T., 1979. **Summary report the requirements of essential amino acids for carp.** In: Tiews, K. and Halver, J.E (eds) *Finfish Nutrition and fishfeed technology*. Heenemann, Berlin, pp, 145-146

13- NRC (National Research Council), 1993. **Nutrient Requirements of Fish.** National Academy Press, Washington, DC, USA.

14- Patrick Lavens and Patrick Sorgeloos, 2003. **Live food.** Laboratory of Aquaculture & Artemia Reference Center, University of Gent, Belgium

15- Primary Industries and Resources SA (www.pir.sa.gov.au/factsheets). **Water quality in freshwater aquaculture ponds**
- FS No. 60/01

16- Robert R. Stickney, 2000: *Encyclopedia of Aquaculture*

17- Rottmann, R.W., J. Scott Graves, Craig Watson and Roy P.E. Yanong, 2003. **Culture Techniques of Moina: The Ideal daphnia for Feeding freshwater Fish Fry** – University Florida, IFAS Extension.

18- Steffens, W., 1989. *Principles of Fish Nutrition*. Ellis Horwood Limited, England

19- Swift, D.R., 1985. *Aquaculture Training Manual*. Fishing News Books Ltd., England

20- Webster, C.D. and Lim, C. (eds), 2002. **Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture.** CAB international.

ĐHNN-1 - 12/2006

MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	trang 2
<i>Chương mở đầu</i>	3
<i>Chương 1: Sinh lý tiêu hoá cá</i>	6
<i>Chương 2: Dinh dưỡng protein và axit amin</i>	14
<i>Chương 3: Dinh dưỡng lipit</i>	27
<i>Chương 4: Nhu cầu carbohydrat</i>	42
<i>Chương 5: Nhu cầu năng lượng</i>	47
<i>Chương 6 : Nhu cầu vitamin</i>	51
<i>Chương 7 : Nhu cầu chất khoáng</i>	62
<i>Chương 8 : Nguồn thức ăn cho cá</i>	67
<i>Chương 9 : Thức ăn sống</i>	85
<i>Chương 10</i> Chế biến thức ăn thuỷ sản và thức ăn hỗn hợp	110
<i>Chương 11</i> Phối hợp khẩu phần thức ăn cho cá	124
<i>Tài liệu tham khảo chính</i>	132
<i>Phụ lục 1- Công thức thức ăn, premix khoáng vitamin cho tôm, cá</i>	133
<i>Phụ lục 2: Bảng nhu cầu dinh dưỡng của cá</i>	137
<i>Phụ lục 3</i>	139