

**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

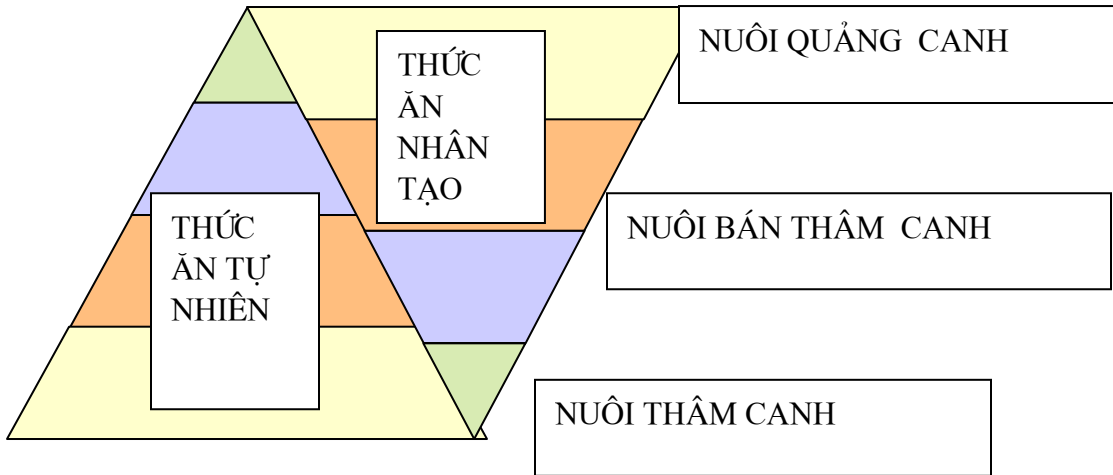
Trong nuôi trồng thủy sản, tùy phương thức sản xuất, thức ăn tự nhiên và thức ăn nhân tạo chiếm vị trí khác nhau. Trong nuôi quảng canh, thức ăn tự nhiên là quan trọng, khi phương thức quảng canh được thay dần bằng bán thâm canh hoặc thâm canh thì thức ăn nhân tạo thay thế dần cho thức ăn tự nhiên. Trình 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.

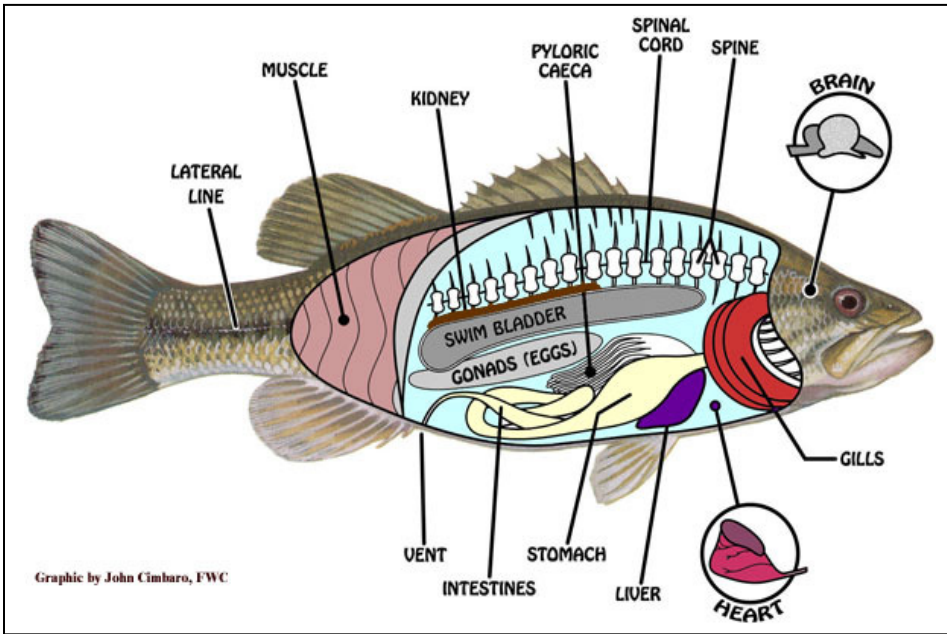
Ruột giữa là đoạn ruột từ sau pylorus đến đầu đoạn ruột sau. Gần pylorus có túi mù hạ vị (pylorus caecae), cá chóc có 5-8 túi, cá hồi vân có 35-100 túi.

Ruột sau gồm ruột kết và lỗ thải phân.

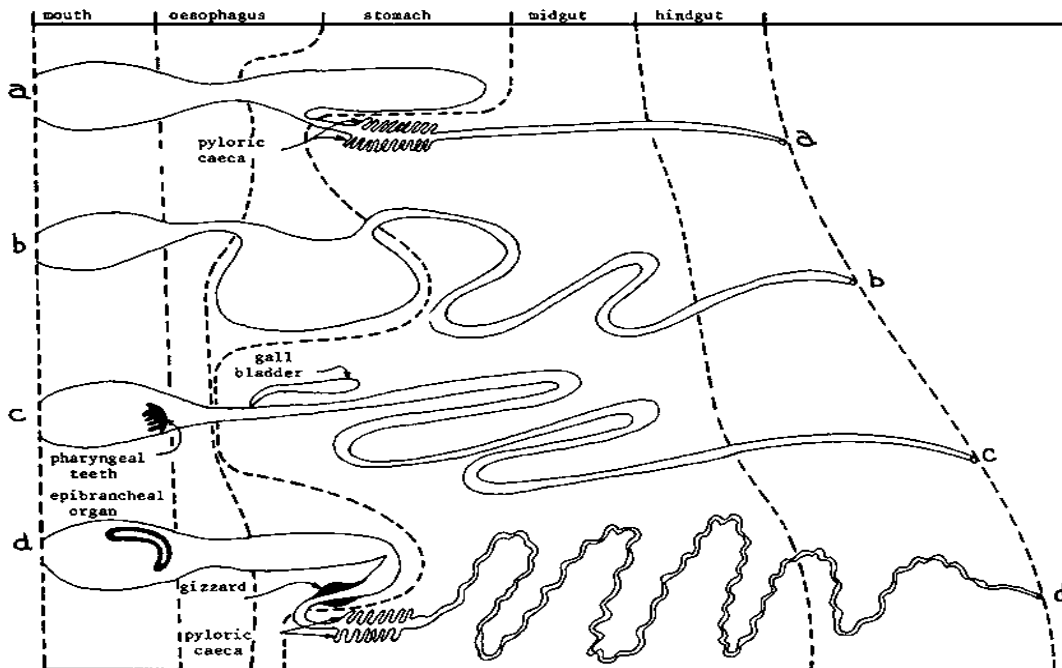
Niêm mạc ruột là các lông nhung, kích cỡ lông nhung biến đổi theo thời tiết và thức ăn (cá sống môi trường lạnh có lông nhung dài và dày hơn so với cá sống môi trường nóng, tuy nhiên tổng số lông nhung thì không biến đổi).

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 thuỷ 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 quá trình tiêu hoá chitin và cellulose.

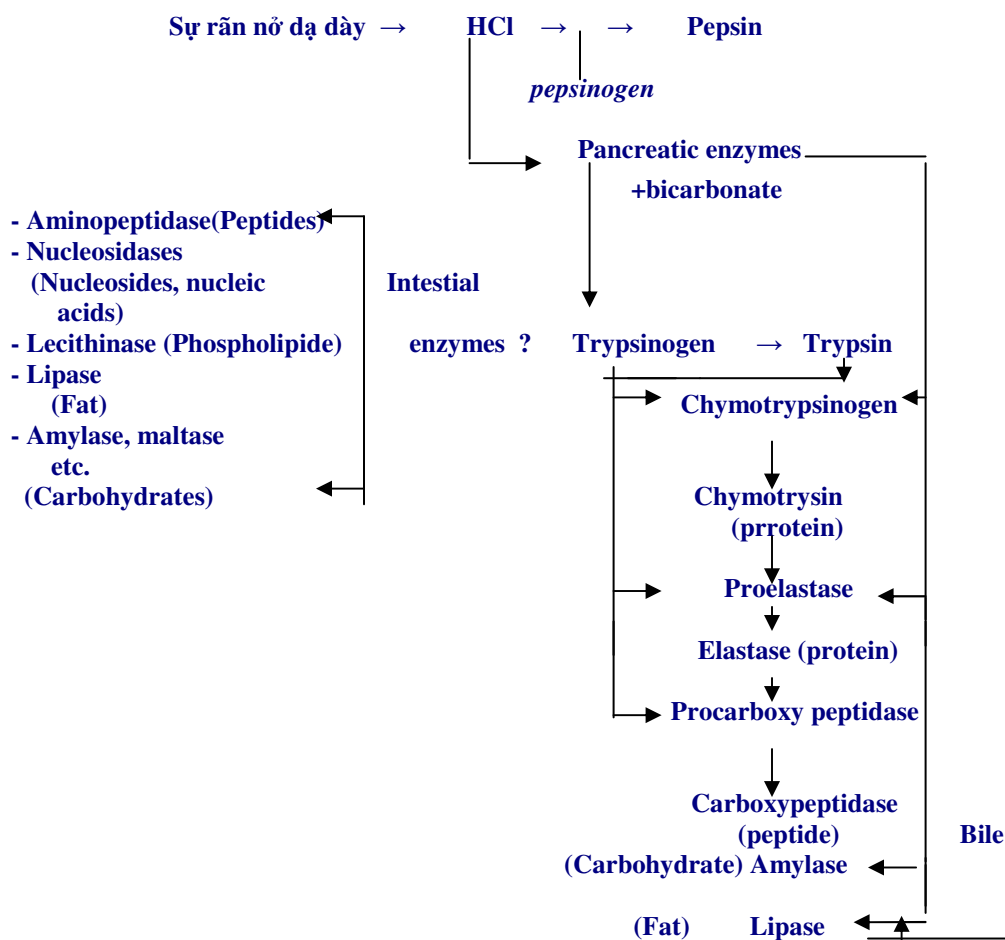
2.7- Sự hấp thu

+ *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:

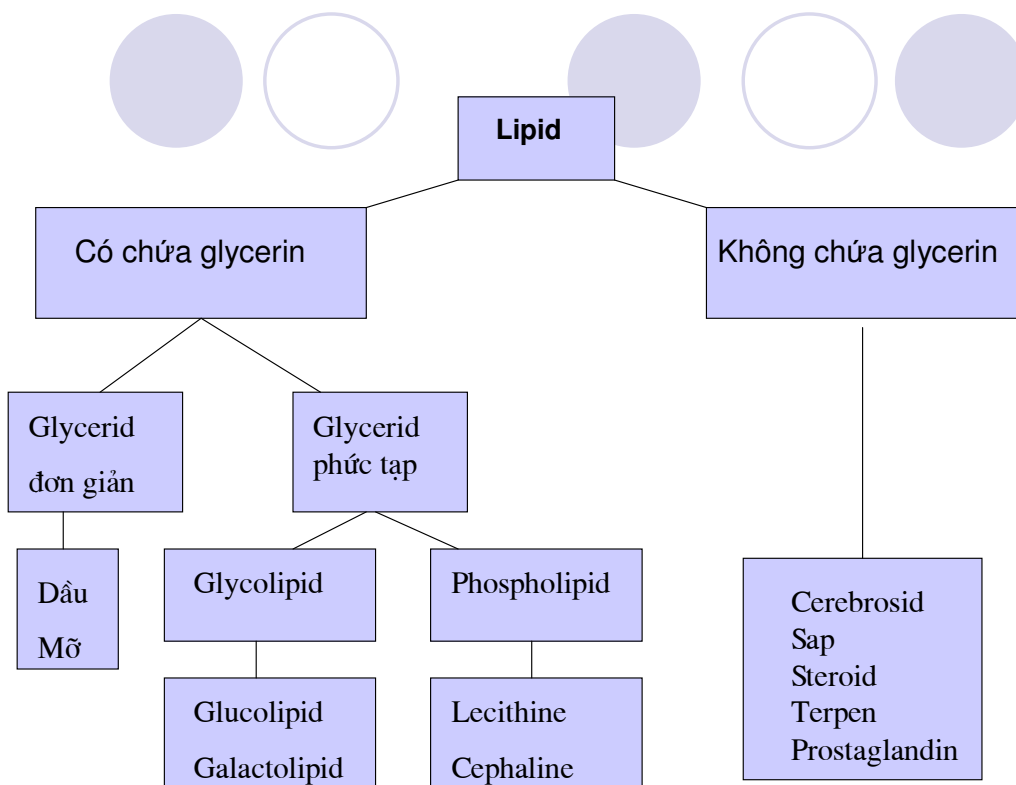
1. Nhu cầu protein phụ thuộc vào những yếu tố nào ? Cho biết nhu cầu protein của một số loài cá.
2. Công thức tính BV, PER, CS, EAAI.
3. Kể tên 10 axit amin thiết yếu đối với tôm và cá, nhu cầu các axit amin này, vai trò axit amin thiết yếu đối với cá

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 :

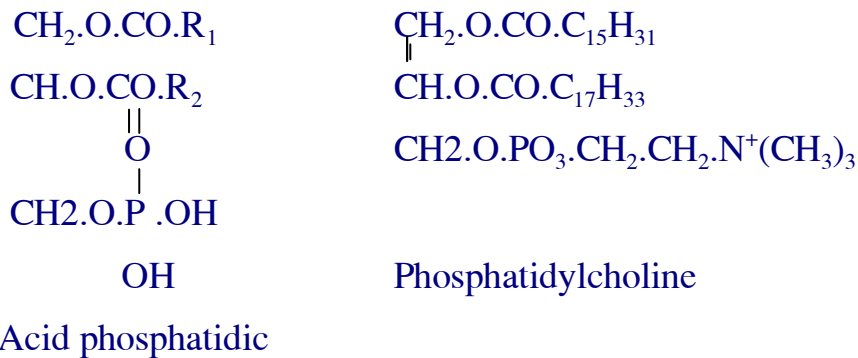
Phospholipid là este của acid béo với acid phosphatidic. Phospholipid là thành phần của lipoprotein trong màng sinh học, nó phân bố rất rộng, đặc biệt có

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).

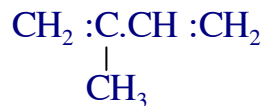
Cholesterol cũng là tiền chất của các steroids khác như hormone sinh dục, hormone của tuyến vỏ thượng thận (estrogen, androgen, progesterol, aldosterone, corticosterone) và acid mật. Nồng độ bình thường của cholesterol trong máu là 1,3 - 2,6 g/lit. Vì cholesterol có độ hoà tan rất thấp, khi có nhiều 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).

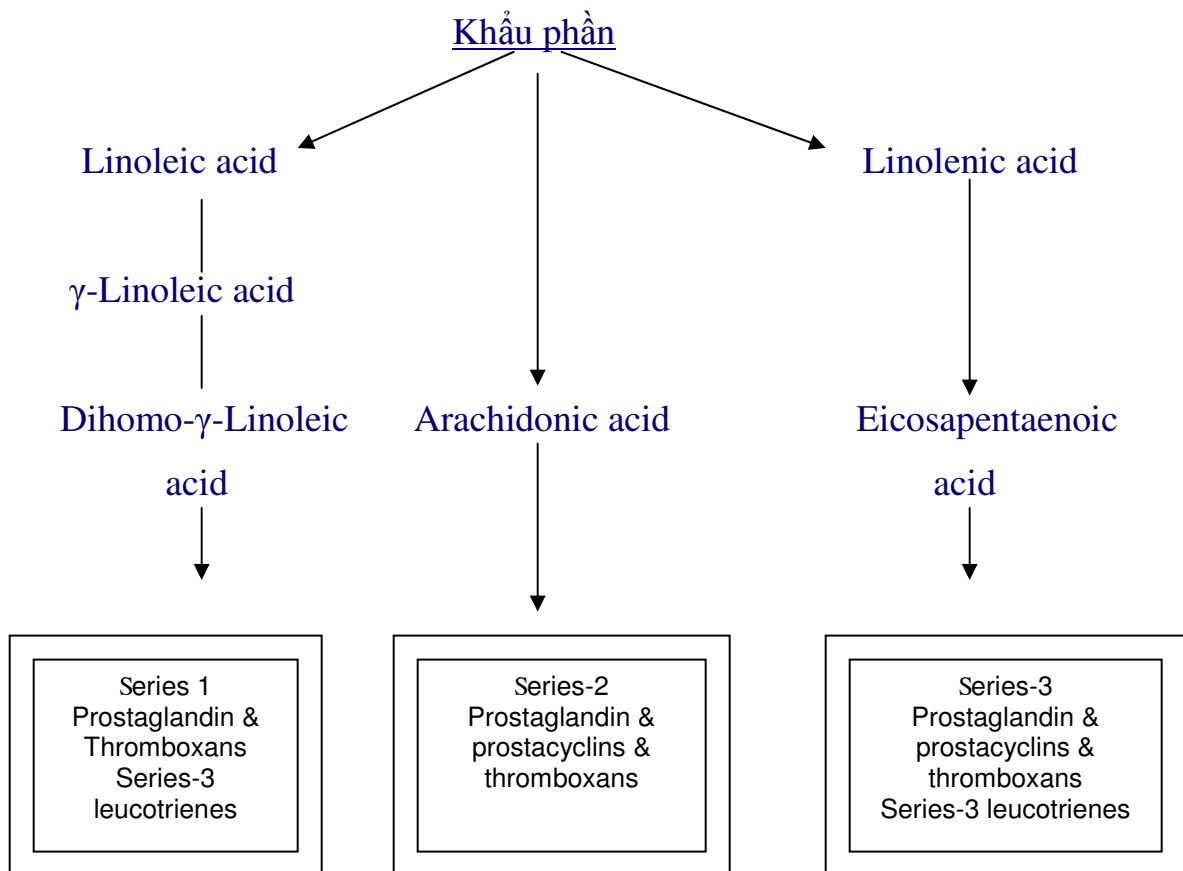
Prostaglandins và dẫn chất của chúng ảnh hưởng đến sự co của cơ trơn, ngưng tụ tiểu cầu, huyết áp động mạch ; chúng ức chế sự tiết dịch dạ dày và giải phóng acid béo từ mô mỡ và là chất gây viêm. Thromboxanes là chất kích thích mạnh sự ngưng kết tiểu cầu còn prostacyclins là một trong các chất ức chế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

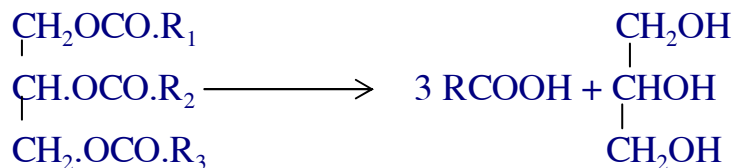
Bảng 5.3: Ảnh hưởng của bổ sung dầu đến tăng trọng và FCR của cá

	<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

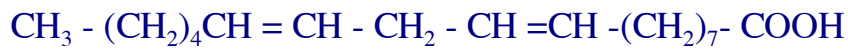
Ở ký hiệu 12:0 thì số đầu biểu thị số lượng cacbon, số thứ 2 là số lượng nối đôi trong chuỗi C, số 0 có nghĩa là không có nối đôi.

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:



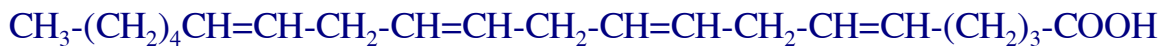
18:2 ω 6,9

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

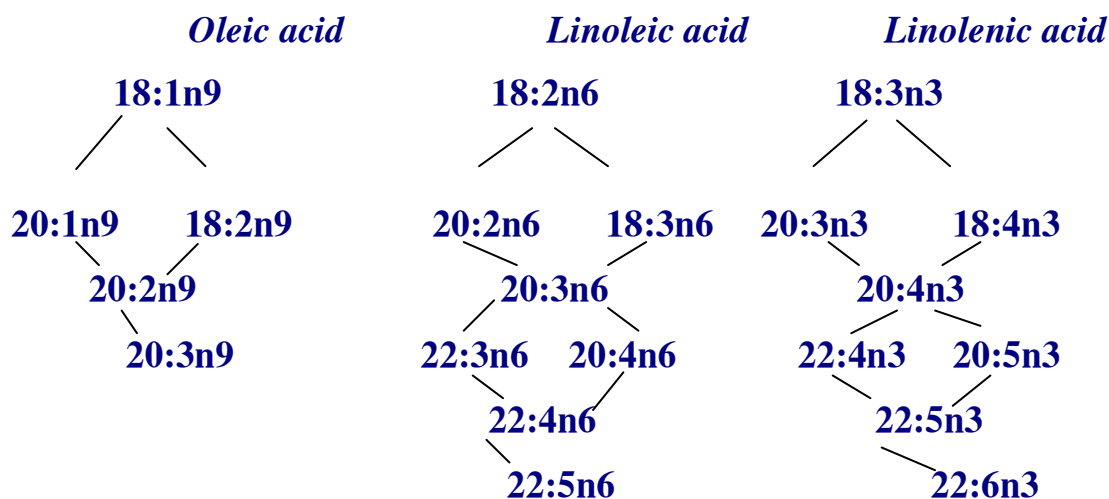
3.2- Sinh tổng hợp các axit béo của động vật thủy sản

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

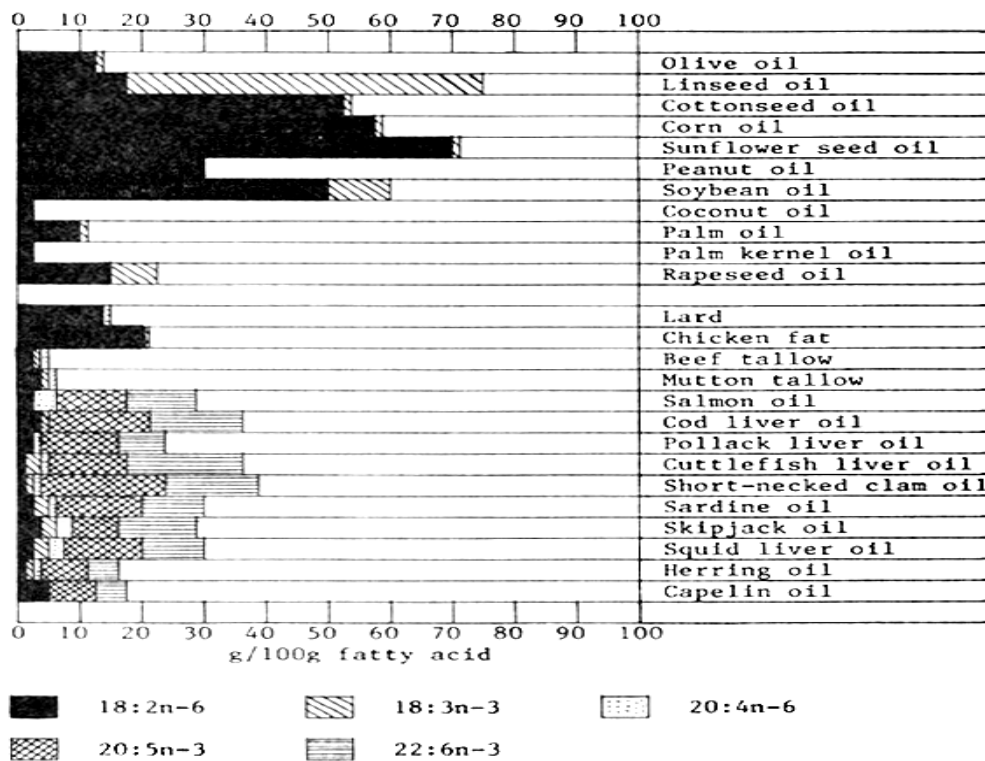
<i>Loài</i>	<i>Nhu cầu EFA</i>	<i>Tham khảo</i>
<u>CÁ NƯỚC NGỌT</u> Ayu	1% linoleic acid hay 1% EPA	Kanazaw et al. (1982) Sato et al. (1989)
Da trơn (Channel catfish)	1-2% linoleic acid hay 0,5-0,75 EPA và DHA	Takeuchi & Watanabe (1982) Yu & Sinnhuber (1979)
Cá hồi Chum (Chum salmon)	1% linoleic acid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

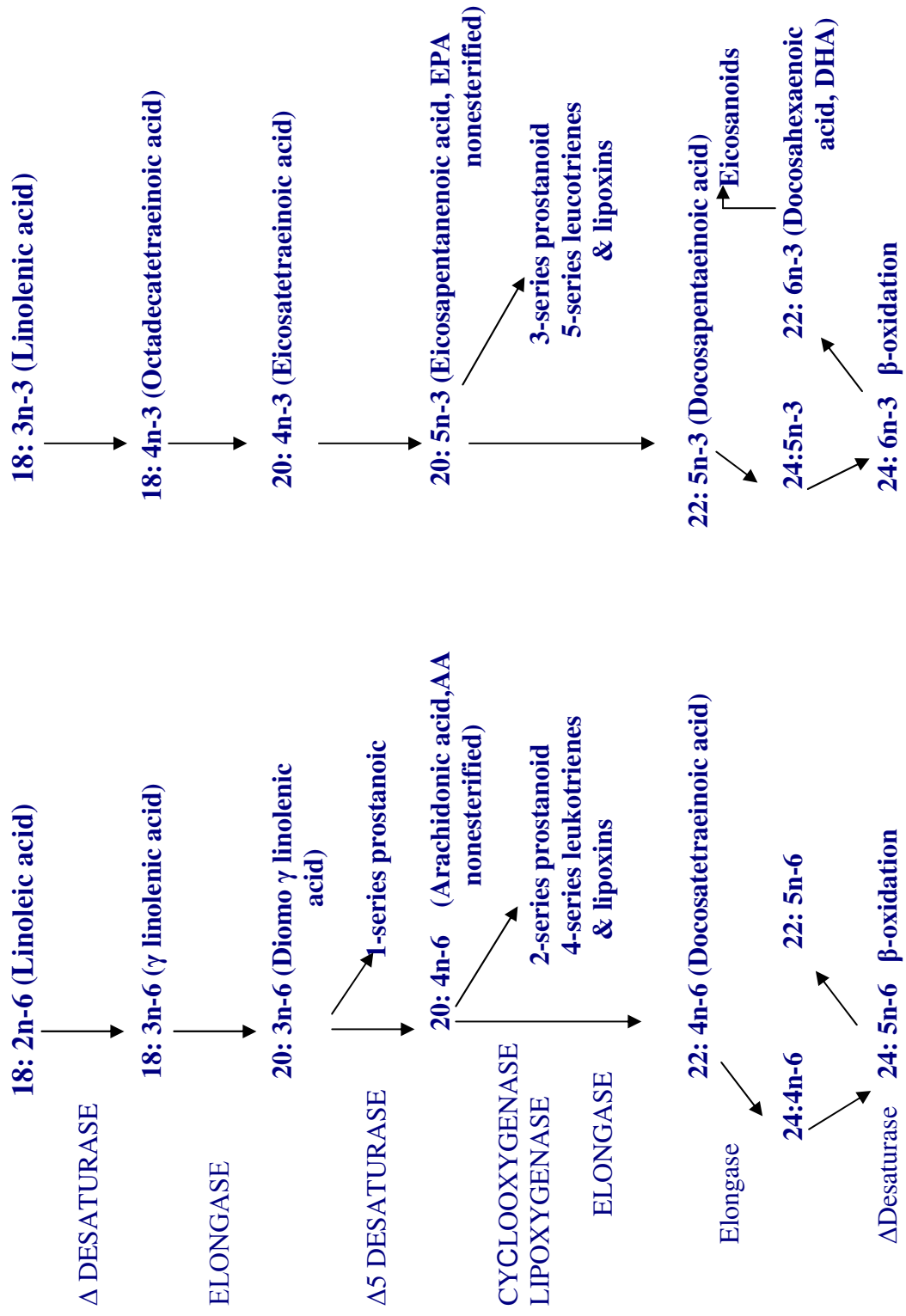
Nói chung dầu thực vật như dầu lạc, dầu bông, dầu ngô, dầu dừa, dầu cải dầu, dầu đỗ tương giàu acid béo omega-6, chỉ có dầu lanh là giàu acid béo omega-3. Các loại mỡ động vật như mỡ lợn, bò, cừu giàu acid béo omega-6, chỉ có dầu mỡ cá biển là nguồn thức ăn dồi dào acid béo omega-3 (bảng 5.6). Các loại 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

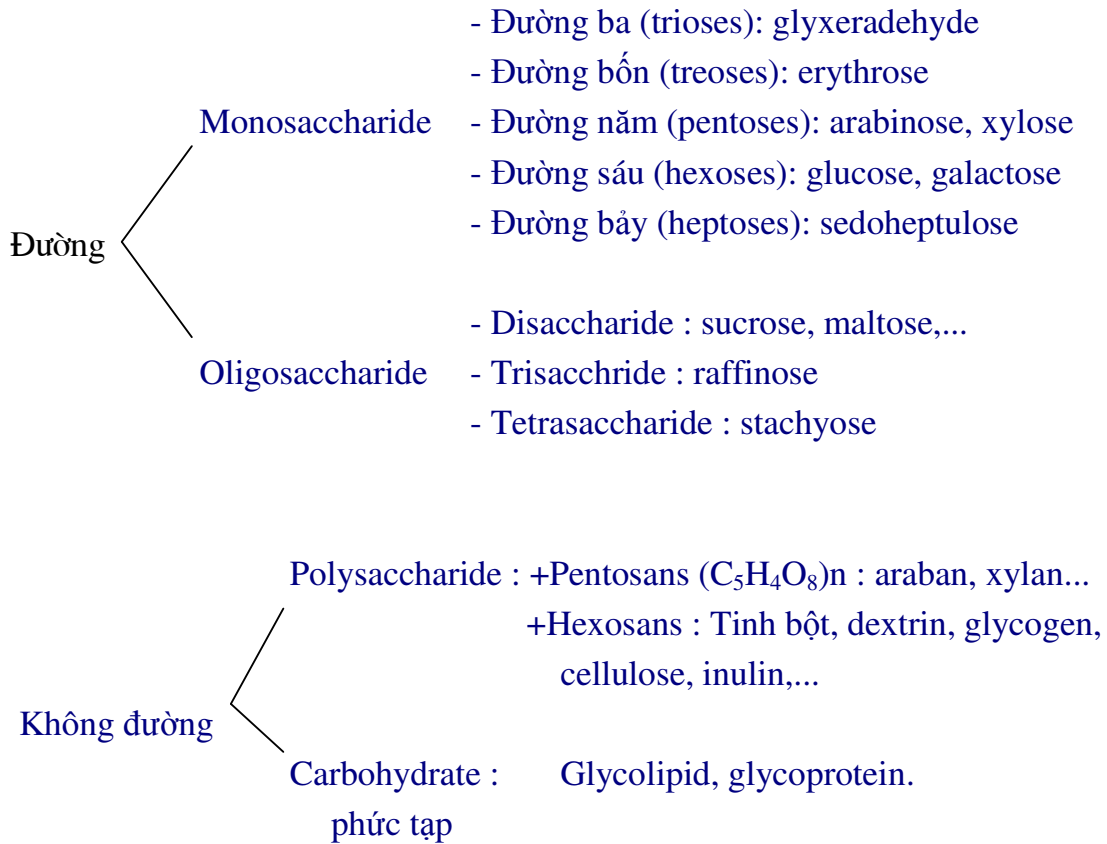
Chương 4

NHU CẦU CARBOHYDRATE CỦA CÁ

1. PHÂN LOẠI

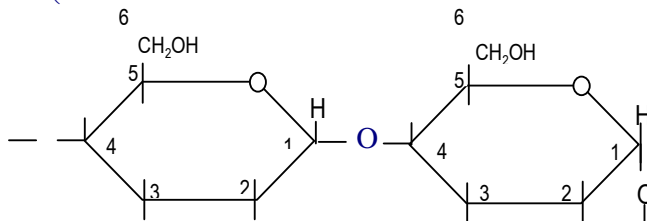
Carbohydrate là các hợp chất chứa CHO, có rất nhiều trong thực vật. Công thức chung $(CH_2O)_n$ hay $C_x(H_2O)_y$

Phân loại

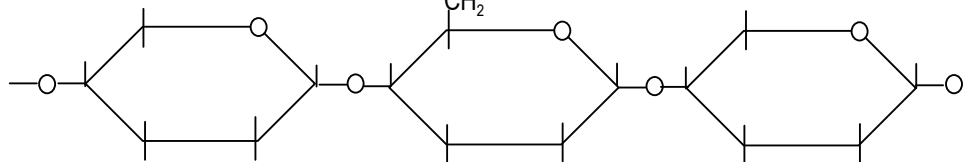


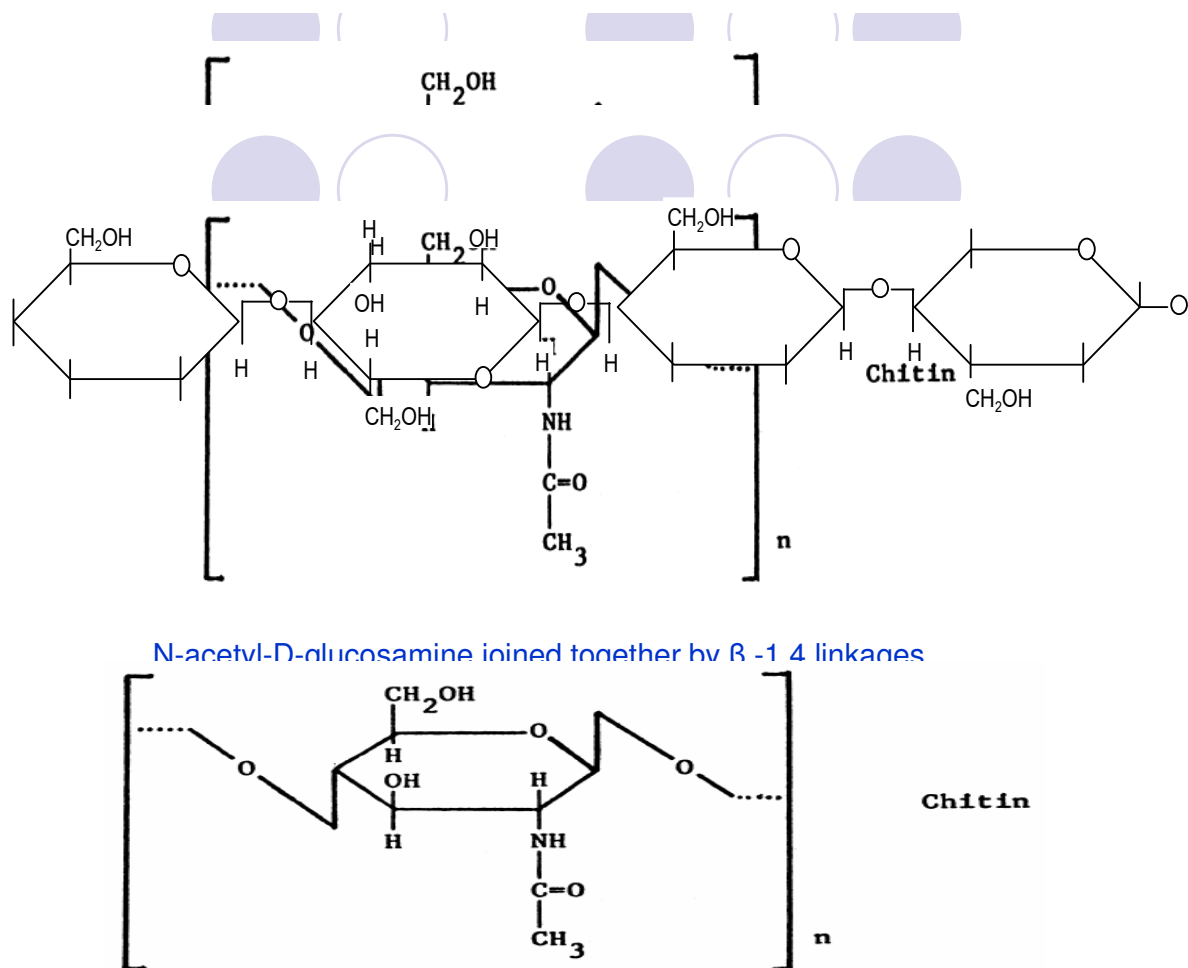
Công thức phân tử tinh bột (*dây nối với α glucozit 1-4 và 1-6*)

Amylose



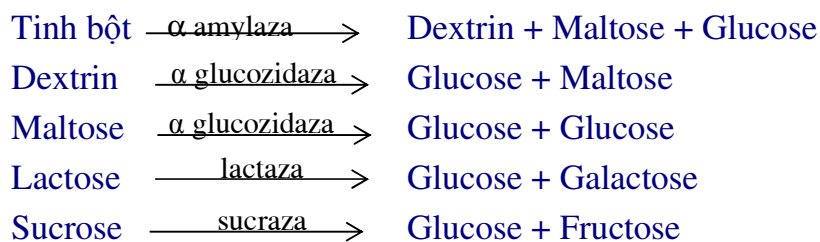
Amylopectin





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



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 bon (*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)

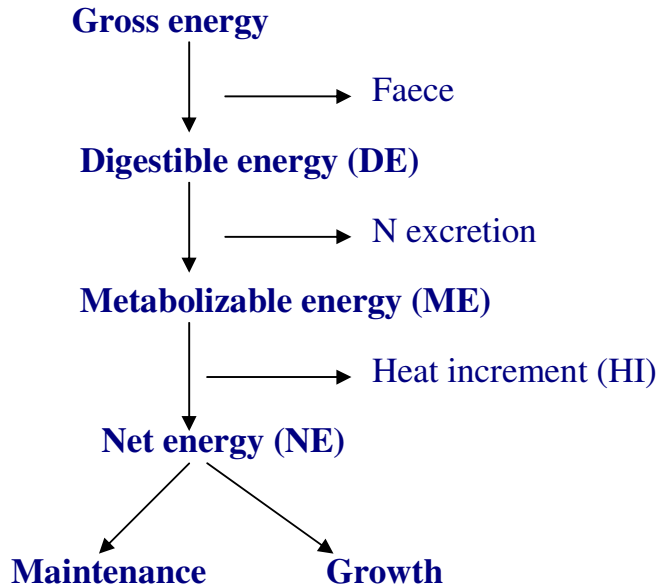
Câu hỏi ôn tập :

- 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 nitơ 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.