

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG THỦY SẢN

-----o0o-----



BÀI GIẢNG

Môn học: Thức ăn trong nuôi trồng thủy sản

Ngành: Nuôi trồng thủy sản

Trình độ: Cao đẳng

Năm 2016

BÀI MỞ ĐẦU

NHỮNG HIỂU BIẾT CHUNG VỀ DINH DƯỠNG THỦY SẢN

I. MỘT SỐ KHÁI NIỆM

1.1. Thức ăn

Trong nuôi trồng thủy sản (NTTS), thức ăn đóng vai trò quan trọng vì chiếm tỷ lệ cao trong chi phí (60-80% tổng chi phí). Tiết kiệm chi phí thức ăn làm tăng đáng kể lợi nhuận trong nuôi trồng thủy sản.

Thức ăn là vật chất chứa chất dinh dưỡng mà động vật có thể ăn, tiêu hóa và hấp thu để duy trì sự sống và tích lũy trong các mô cơ thể.

Trong tự nhiên, một loại vật chất có thể là thức ăn của loài cá này, giai đoạn phát triển cơ thể này nhưng chưa hẳn đã là thức ăn của loài cá khác, giai đoạn phát triển cơ thể khác. Sự khác biệt đó hoặc là do đặc điểm dinh dưỡng khác nhau theo loài, mà nguyên nhân chính là khả năng thu nhận và tiêu hóa các loại thức ăn khác nhau theo loài hoặc do sự khác biệt về mức độ hoàn thiện bộ máy tiêu hóa theo giai đoạn phát triển cơ thể. Đó cũng thể hiện đặc tính loài. Thức ăn của động vật thủy sản bao gồm: thức ăn tự nhiên (live food, natural food), thức ăn nhân tạo (man-made food) còn được gọi là thức ăn công nghiệp (commercial food) hay thức ăn viên (pellet food), thức ăn tươi sống (fresh food) và thức ăn tự chế (home-made food).

1.2. Dinh dưỡng

Dinh dưỡng là các quá trình hoạt động sinh lý và hoá học để chuyển hóa những chất dinh dưỡng có trong thức ăn thành những chất dinh dưỡng cho cơ thể sử dụng. Có 4 quá trình trong quá trình dinh dưỡng: thu nhận thức ăn, tiêu hoá hấp thu thức ăn, chuyển hoá và bài tiết các chất dinh dưỡng khỏi cơ thể. Môn học nghiên cứu các quá trình trên gọi là dinh dưỡng học.

Chất dinh dưỡng là các nguyên tố hay hợp chất hóa học có trong khẩu phần làm thỏa mãn sự sinh sản, sinh trưởng hay duy trì quá trình sống bình thường.

Năng lượng mà tất cả động vật đều cần được lấy từ mỡ, carbohydrate và từ các sản phẩm khử amin của các amino acid. Động vật cần hơn 40 chất dinh dưỡng khác nhau và được lấy từ khẩu phần thức ăn và có những chất bản thân cơ thể không tổng hợp được gọi là "chất dinh dưỡng thiết yếu" và một số chất bản thân có thể tổng hợp được gọi là "chất dinh dưỡng không thiết yếu". Nhóm chất dinh dưỡng thiết yếu bao gồm: các amino acid thiết yếu, các axit béo thiết yếu và các khoáng thiết yếu.

1.3. Lịch sử phát triển dinh dưỡng học động vật thủy sản

Dinh dưỡng học thủy sản chỉ mới phát triển gần đây. Những nghiên cứu đầu tiên về dinh dưỡng thủy sản được thực hiện tại Corland (Ohio, Mỹ) vào những năm 40 và phát triển nhanh sau những năm 60 của thế kỷ XX. Thức ăn nhân tạo cho động vật thủy sản bắt đầu áp dụng từ thập niên 50 và cuối thập niên của thế kỷ trước, thức ăn viên được dùng phổ biến tại Mỹ và Châu Âu.

Động vật thủy sản chủ yếu bao gồm các loài cá có xương (finfish), giáp xác (crustacean) và nhuyễn thể (mollusca). Chúng 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.

II. ĐẶC ĐIỂM DINH DƯỠNG CỦA ĐỘNG VẬT THỦY SẢN

Động vật thủy sản có cấu trúc ống tiêu hoá và chức năng tiêu hoá rất khác nhau và đa số động vật thủy sản đều trải qua giai đoạn ấu trùng. Ở giai đoạn này nhu cầu dinh dưỡng của chúng biến đổi rất lớn, do vậy nghiên cứu về dinh dưỡng của động vật thủy sản khó hơn so với động vật trên cạn.

Động vật thủy sản là loài biến nhiệt (poikilotherms) nên có nhu cầu năng lượng thấp hơn động vật máu nóng. Tuy nhiên, động vật thủy sản 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 khoảng nhiệt độ nước thích hợp nhất định, gọi là nhiệt độ môi trường tiêu chuẩn (SET: Standard Environmental Temperatures).

Ví dụ: theo NRC thì SET của một số loại cá như sau:

Cá hồi (chinook salmon): 59° F (15°C)

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

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

Nhu cầu năng lượng của động vật thủy sản thấp hơn động vật trên cạn.

Nhu cầu vitamin cao hơn, đặc biệt vitamin C, do cá không tự tổng hợp được trong cơ thể, vì vậy nhu cầu vitamin phụ thuộc nhiều vào thức ăn.

Nhu cầu chất khoáng thấp hơn động vật trên cạn.

Hầu hết các loài cá có nhu cầu về axit béo nhóm Ω -3 (hay n-3) và các nhóm động vật thủy sản khác nhau thì có nhu cầu axit béo này khác nhau.

Hiệu suất sử dụng (HSSD) thức ăn của cá cao hơn động vật trên cạn. HSSD thức ăn của cá trong khoảng 1,2 - 1,7/1, trong khi đó HSSD thức ăn của lợn là 3/1 và của gà là 2/1).

Về phương thức lấy thức ăn của cá: có nhiều phương thức như bắt mồi (cá hồi), gặm (cá đối), lọc (cá mè), ký sinh (cá mút đá). Do đó, thức ăn phải được chế biến và cho ăn phù hợp với phương thức sử dụng thức ăn của cá.

Câu hỏi:

1. Dinh dưỡng và thức ăn là gì ?
2. Đặc điểm dinh dưỡng cơ bản của động vật thủy sản ?

CHƯƠNG 1. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA THỨC ĂN

I. KHÁI NIỆM CHUNG

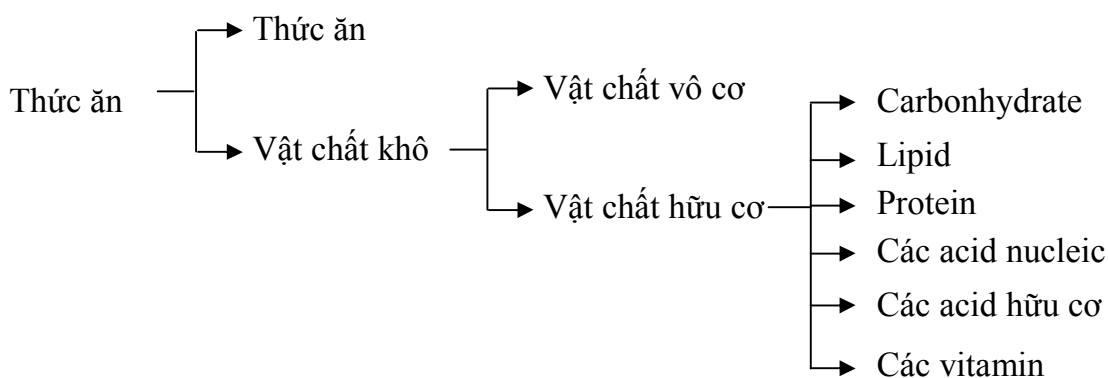
Động vật trong quá trình sống có nhu cầu thức ăn để duy trì các chức năng bình thường của các hoạt động sống. Thức ăn cho động vật nuôi bao gồm chủ yếu là thực vật và các sản phẩm từ thực vật.

Vật chất khô trong cơ thể động vật được hình thành từ ba nhóm vật chất hữu cơ chủ yếu là protein; lipid và carbohydrate, ngoài ra còn có các chất vô cơ khác như vitamin, acid nucleic và các thành phần khác.

Trong cơ thể động vật, protein có vai trò hình thành nên các mô của động vật, còn lipid có vai trò là nguồn năng lượng dự trữ. Thành phần protein trong vật chất khô của cơ thể động vật thường cao hơn ở thực vật, ngoại trừ một số hạt có dầu hoặc các hạt trong nhóm cây họ đậu.

Sự tổng hợp protein trong cơ thể động vật để hình thành nên các tổ chức mô của cơ thể như: cơ (thịt); các tổ chức cơ quan bên trong cơ thể; các thể dịch hoặc các sản phẩm như thịt, trứng... được coi là mục đích chủ yếu khi nghiên cứu dinh dưỡng của động vật nuôi nói chung và nuôi trồng thủy sản nói riêng.

Ngoài các thành phần trên trong cơ thể động vật còn có các thành phần khác với tỷ lệ rất nhỏ. Ví dụ, acid nucleic, acid hữu cơ và vitamin.



Các vật chất khô trong cơ thể động vật và thực vật được chia thành vật chất vô cơ và vật chất hữu cơ. Các vật chất vô cơ bao gồm một lượng rất lớn các nguyên tố tồn tại với số lượng khác nhau, trong các tổ chức, các bộ phận khác nhau của động vật và thực vật.

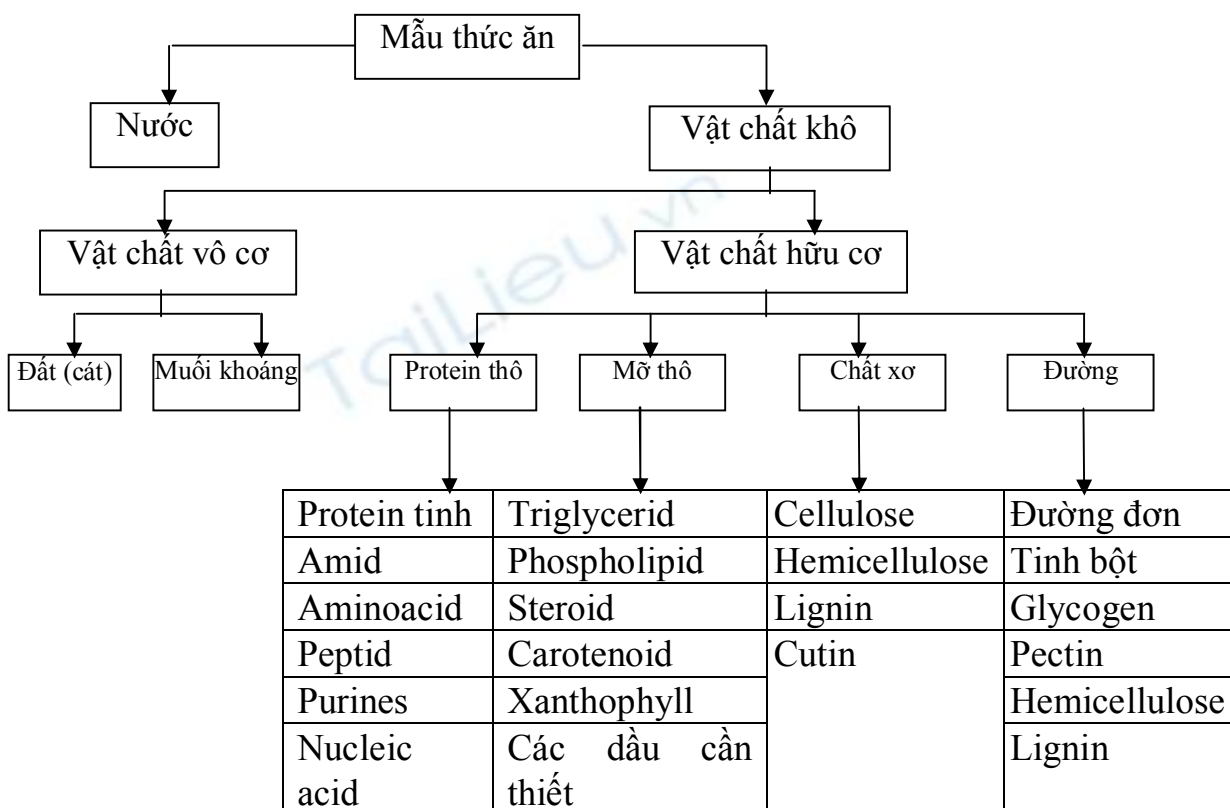
Có một số các chất khoáng nhất định tồn tại cả trong cơ thể của động vật và thực vật là: Canxi (Ca); Phospho (P); Magie (Mg); Natri (Na); Kali (K); Clo (Cl) và Lưu huỳnh (S), một số nguyên tố như Sắt (Fe); Đồng (Cu); Coban (Co); Magan (Mn); Flo (F); Molybden (Mo) và một số nguyên tố khác chỉ tồn tại với một lượng rất nhỏ trong vật chất sống.

Những thành phần của thức ăn như tinh bột hoặc mỡ được sử dụng như là nguồn năng lượng. Tuy nhiên, những thành phần dinh dưỡng có vai trò sinh lý rất đặc trưng như các amino acid, các khoáng chất và vitamin.

II. NGUYÊN TẮC PHÂN TÍCH CÁC THÀNH PHẦN CỦA THỨC ĂN

Các thành phần của thức ăn hoặc các mô của động vật, thực vật có thể xác định bằng phân tích. Nhà khoa học Weende (Đức) đã đưa ra một phương pháp xác định một cách gần đúng các thành phần của mẫu thức ăn. Người ta gọi phương pháp này là phương pháp Weende. Theo phương pháp của Weende thức ăn được chia thành 6 tiểu phần là: nước, mỡ thô, chất xơ, phần chất không chứa Nitơ, protein thô, tro

Thành phần của các tiểu phần trong mẫu thức ăn (theo phương pháp của Weende)



III. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG CỦA THỨC ĂN

3.1. Phân tích trong phòng thí nghiệm

3.1.1. Thành phần nước (độ ẩm)

Thành phần nước trong thức ăn có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của thức ăn; chất lượng thức ăn tỷ lệ nghịch với hàm lượng nước chứa trong nó. Sau khi phân tích, thành phần dinh dưỡng của thức ăn được biểu diễn dưới dạng tỷ lệ % vật chất khô.

Thành phần nước (hay độ ẩm) là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất trong phân tích thành phần dinh dưỡng của thức ăn. Dựa vào độ ẩm người ta có thể đánh giá được chất lượng và mức độ ổn định của mẫu thức ăn.

Để xác định độ ẩm đưa mẫu thức ăn vào tủ sấy ở 105°C cho đến khi lượng nước trong mẫu bay hơi hết (khối lượng mẫu ổn định). Thành phần nước trong

mẫu sẽ được xác định bằng chênh lệch giữa khối lượng mẫu trước và sau khi sấy.

$$\text{Độ ẩm (\%)} = \frac{W_d - W_c}{W_d} \times 100$$

Trong đó: W_d là khối lượng mẫu trước khi sấy (g)

W_c là khối lượng mẫu sau khi sấy (g)

Phương pháp này áp dụng được đối với đa số các mẫu thức ăn. Tuy nhiên, có một số loại thức ăn mà trong thành phần của nó có nhiều acid béo dễ bay hơi hoặc amoniac thì phương pháp này ảnh hưởng đến kết quả phân tích, đối với các mẫu thức ăn loại này người ta chỉ sấy chúng ở nhiệt độ 70°C.

3.1.2. Chất tro:

Tro là phần còn lại của mẫu sau khi mẫu được nung ở nhiệt độ 500°C. Tất cả các thành phần hữu cơ được đốt cháy ở nhiệt độ này; phần còn lại là thành phần vô cơ của mẫu gồm các khoáng đa lượng (K; Ca; Na; Mg); các khoáng vi lượng (Al; Fe; Cu; Mn; Zn, I; F). Trong thành phần của chất tro cũng bao gồm một lượng carbon (C) có trong các thành phần hữu cơ của mẫu thức ăn.

3.1.3. Protein thô:

Lượng protein thô trong mẫu thức ăn được xác định từ thành phần nitơ có trong mẫu. Thành phần nitơ được xác định bằng phương pháp Kjeldahl.

Protein là một hợp chất hữu cơ có chứa nitơ, trong thành phần hoá học của protein có chứa khoảng 50 - 55% carbon; 22 - 26% oxy; 15 - 18% nitơ, người ta đã lấy giá trị trung bình của nitơ là 16% khối lượng protein. Như vậy, khối lượng protein = (khối lượng nitơ có trong mẫu) x 100/16 hay khối lượng protein = (khối lượng nitơ) x 6,25

Bằng phương pháp Kjeldahl có thể xác định được Nitơ tổng số và từ đó tính được hàm lượng protein thô có trong mẫu thức ăn.

Cần phân biệt khái niệm protein thô và protein tinh: Protein thô (crude protein) được tính toán từ hàm lượng nitơ tổng số, tức là gồm không chỉ nitơ của protein mà còn có nitơ của các thành phần không phải là protein như peptide; polypeptide; nucleic acid; các amino acid tự do... protein tinh là những protein mà quá trình tiêu hoá chỉ giải phóng ra amino acid.

3.1.4. Lipid thô:

Thành phần lipid thô được xác định bằng cách chiết xuất mẫu trong dung môi hữu cơ, thành phần còn lại sau khi dung môi bay hơi hết là lipid thô. Ngoài mỡ thô, các thành phần khác của lipid gồm có: phospholipid; sterol; các dầu cần thiết khác, tuy nhiên các thành phần này thường có giá trị năng lượng thấp hơn so với mỡ.

Có nhiều phương pháp phân tích mỡ khác nhau, phương pháp thông dụng nhất là phương pháp Soxhlet.

3.1.5. Thành phần carbohydrate:

Theo phương pháp của Weende, thành phần carbohydrate có trong mẫu thức ăn được chia thành 2 phần: chất xơ và phần chiết hoà tan không chứa nitơ.

Chất xơ là phần vật chất hữu cơ còn lại không hoà tan sau khi xử lý mẫu bằng cách đun trong acid loãng. Thành phần của chất xơ gồm có một lượng lớn cellulose, lignin và chất khoáng tồn tại trong mẫu thức ăn.

Phần chiết không chứa nitơ bao gồm các đường đơn, tinh bột, một phần hemicellulose và lignin hoà tan trong nước. Việc phân chia carbohydrate thành 2 nhóm khác nhau theo Weende chủ yếu dựa trên khả năng hoà tan, khả năng tiêu hoá và giá trị dinh dưỡng của chúng.

Phần chiết xuất không chứa nitơ có thể được xác định bằng cách lấy tổng khối lượng ban đầu của mẫu trừ đi khối lượng của 5 thành phần đã biết.

3.2. Phương pháp nuôi dưỡng

Phương pháp bố trí thí nghiệm

- Thí nghiệm trên cùng hệ thống.
- Các nghiệm thức bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, lập lại ít nhất 3 lần.
- Tôm cá trước khi bố trí thí nghiệm phải cân đo chiều dài và khối lượng.
- Các chế độ chăm sóc phải giống nhau.
- Lượng và nhịp cho ăn phải thích hợp với đối tượng nghiên cứu. Nên cho ăn giống nhau về khẩu phần, hoặc theo nhu cầu.
- Định kỳ 1 tuần hoặc 10 ngày kiểm tra: tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng, hệ số thức ăn...
- Điều chỉnh lượng thức ăn sau mỗi lần thu mẫu.
- Thời gian thí nghiệm khoảng 8-10 tuần

IV. MỘT SỐ CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ TRONG NGHIÊN CỨU DINH DƯỠNG ĐVTS

4.1. Tỷ lệ sống (%):

$$\text{Tỷ lệ sống} = \frac{\text{Số cá thể cuối}}{\text{Số cá thể đầu}} \times 100$$

4.2. Sinh trưởng:

* Tăng trọng:

$$W = W_t - W_o$$

* Tỷ lệ tăng trọng (%):

$$W_g = \frac{W_t - W_o}{W_o} \times 100$$

* Tốc độ tăng trọng theo ngày (g/ngày):

$$DWG = \frac{W_t - W_o}{t}$$

* Tốc độ tăng trưởng đặc biệt (%/ngày):

$$SGR (\%/ngày) = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100$$

Trong đó:

W_o : trung bình khối lượng ban đầu (g)

W_t : trung bình khối lượng cuối (g)

t: thời gian giữa các lần kiểm tra (ngày)

4.2. Hệ số thức ăn:

$$FCR = \frac{\text{Lượng thức ăn sử dụng (g)}}{\text{Khối lượng gia tăng (g)}}$$

* Hệ số tiêu tốn thức ăn: là lượng thức ăn sử dụng để tăng một đơn vị khối lượng. Hệ số này được tính trong thực tế sản xuất

* Hệ số chuyển hóa thức ăn là lượng thức ăn động vật thực sự ăn vào để tăng một đơn vị thể trọng. Hệ số này thường được tính trong các thí nghiệm.

Ví dụ: Sau khi cá ăn 1,5 kg một loại thức ăn nào đó thì khối lượng tăng được 1kg, thì hệ số thức ăn (thường ký hiệu là FCR) bằng 1,5.

Hệ số thức ăn thay đổi theo loài cá, giai đoạn phát triển cơ thể, điều kiện môi trường sống, loại thức ăn, phương thức cho ăn...

4.4. Hiệu quả sử dụng thức ăn:

Hiệu quả sử dụng thức ăn được định nghĩa như tăng trọng của đối tượng nuôi trên đơn vị thức ăn sử dụng.

$$FCE = \frac{1}{FCR} = \frac{\text{Tăng trọng của đối tượng nuôi (g)}}{\text{Lượng thức ăn sử dụng (g)}}$$

- Đối với nghiên cứu cá bố mẹ cần đánh giá các chỉ số như: hệ số thành thực, tỉ lệ thành thực, thời gian tái phát dục, sức sinh sản tương đối, sức sinh sản tuyệt đối, tỉ lệ nở, chất lượng ấu trùng...

- Đối với ấu trùng giáp xác: thời gian biến thái, tỉ lệ biến thái, mức độ phân

đàn...

- Đối với giai đoạn nuôi thịt có thể đánh giá thành phần sinh hóa, màu, mùi của sản phẩm nuôi.

Câu hỏi:

1. Các phương pháp đánh giá chất lượng thức ăn của động vật thủy sản ?
2. Tại sao nguyên liệu có nguồn gốc động vật được đánh giá cao hơn thực vật trong chế biến thức ăn cho thủy sản?
3. Các chỉ tiêu kỹ thuật cần đánh giá trong nghiên cứu về dinh dưỡng của động vật thủy sản?

Tailieu.vn

CHƯƠNG 2. DINH DƯỠNG PROTEIN VÀ ACID AMIN

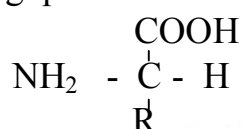
I. KHÁI NIỆM CHUNG

Protein là vật chất cao phân tử. Tất cả protein đều chứa các nguyên tố C, H, O và N. Một số khác chứa một lượng nhỏ S.

Ngoài các nguyên tố trên, một số protein còn chứa một lượng rất nhỏ các nguyên tố như: P; Fe; Zn; Cu; Mg; Ca...

Đơn vị cấu trúc nên protein là các amino acid. Amino acid là những hợp chất hữu cơ mạch thẳng hoặc mạch vòng trong phân tử có chứa ít nhất một nhóm amin ($-NH_2$) và một nhóm cacboxyl ($-COOH$)

Công thức cấu tạo tổng quát của amino acid:



R: được gọi là mạch bên hay nhóm bên, như vậy các amino acid chỉ khác nhau ở mạch R

Người ta thường dựa vào hình dạng, tính tan hoặc chức năng, thành phần hoá học để chia protein thành hai nhóm lớn:

+ Protein đơn giản: là những protein mà chỉ giải phóng ra các amino acid trong quá trình thủy phân.

+ Protein kết hợp: phân tử của nó bao gồm protein đơn giản kết hợp với những thành phần không phải là protein mà người ta gọi là "nhóm ngoại". Tùy theo bản chất của nhóm ngoại có thể phân thành các nhóm như: lipoprotein, glicoprotein, chromoprotein, phosphoprotein...

II. VAI TRÒ CỦA PROTEIN

- Là thành phần chủ yếu tham gia cấu tạo cơ thể, thay tổ chức cũ xây dựng tổ chức mới.

- Các acid amin (AA) sẽ tham gia vào các sản phẩm protein đặc biệt có hoạt tính sinh học cao (hormon, enzyme).

- AA sẽ tham gia quá trình tạo thành năng lượng ở dạng trực tiếp hay tích lũy ở dạng glycogen hay lipid.

Với những chức năng quan trọng trên, không có vật chất nào có khả năng thay thế protein trong cơ thể. Khi thức ăn thiếu protein thì động vật chậm sinh trưởng, chậm phát dục, sức sinh sản giảm. Do đó, protein là chất dinh dưỡng được đặc biệt chú ý trong thức ăn.

III. NHU CẦU PROTEIN

3.1. Khái niệm chung

Hội đồng khoa học Hoa kỳ (NRC) đã đưa ra một định nghĩa về nhu cầu protein đối với động vật: "Nhu cầu protein là lượng protein tối thiểu trong thức ăn nhằm làm thoả mãn nhu cầu các amino acid để đạt tốc độ tăng trưởng tối đa". Nhu cầu protein của một đối tượng phụ thuộc vào một số yếu tố như: năng

lượng của thức ăn, thành phần amino acid và khả năng tiêu hoá của protein thức ăn.

Để đánh giá một cách đầy đủ nhu cầu protein, người ta đưa ra hai khái niệm là: nhu cầu protein tương đối và nhu cầu protein tuyệt đối.

Nhu cầu protein tương đối được xác định là tỷ lệ % protein có trong thức ăn và nhu cầu protein tuyệt đối được định nghĩa như là lượng protein cá tiếp nhận từ thức ăn trên một đơn vị thể trọng cá (tính theo gam protein trong thức ăn/kg cá/ ngày).

Trong dinh dưỡng người ta còn sử dụng khái niệm nhu cầu protein cho duy trì và tăng trưởng. Nhu cầu protein cho duy trì ở cá cao hơn ở 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 10°C, 15°C và 20°C.

Nhu cầu protein cho sản xuất (cho tăng trưởng) cũng cao hơn động vật có vú 4 lần, gà 2 lần.

Nhu cầu protein của động vật thủy sản thường lớn hơn động vật trên cạn. Nhu cầu protein của cá dao động trong khoảng từ 25 đến 55%, trung bình 30%, giáp xác từ 30-60%. Nhu cầu protein tối ưu của một loài nào đó phụ thuộc nguồn nguyên liệu làm thức ăn (tỉ lệ protein và năng lượng, thành phần amino acid và độ tiêu hóa protein), giai đoạn phát triển của cơ thể, các yếu tố bên ngoài khác. Khi động vật thủy sản sử dụng thức ăn không có protein thì cơ thể giảm khối lượng, bởi vì chúng sẽ sử dụng protein của cơ thể để duy trì các chức năng hoạt động tối thiểu của cơ thể để tồn tại. Trái lại nếu thức ăn được cung cấp quá nhiều protein thì protein dư không được cơ thể hấp thu để tổng hợp protein mới mà sử dụng để chuyển hóa thành năng lượng hoặc thải ra ngoài. Thêm vào đó cơ thể còn phải tốn năng lượng cho quá trình tiêu hóa protein dư thừa, vì thế sinh trưởng của cơ thể giảm.

Bảng 1. Nhu cầu protein của một số loài cá (giai đoạn giống)

Loài	Nhu cầu (%)	Nguồn
Cá da trơn	32-36	Garlinh và Wilson (1976)
Cá chép	31-38	Ogino và Saito (1970) Takeuchi và CTV (1979)
Cá mú	40-50	Teng và CTV (1978)
Cá trắm cỏ	41-43	Dabrowski (1977)
Cá Chình Nhật Bản	44,5	Nose và Arai (1972)
Cá măng	40	Lim và CTV (1979)
Cá hồi	40	Satia (1974)
Cá bánh đường	55	Yone (1978)
Cá rô phi	56	Winfrey và Stickney (1981)

Bảng 2. Mức protein tối ưu trong thức ăn cho một số loài giáp xác

Loài	Mức tối ưu (%)	Nguồn
Tôm càng xanh (<i>Macrobrachium</i>)	35	Balazs và Ross (1976)
Tôm he Ấn độ (<i>Penaeus indicus</i>)	42.8	Colvin (1976)
Tôm he Nhật bản (<i>Penaeus japonicus</i>)	40	Balazs và CTV (1973)
Tôm bạc (<i>Penaeus merguensis</i>)	34 - 42	Sedgwick (1979)
Tôm sú (<i>Penaeus monodon</i>)	46	Lee (1971)

3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu protein

- Kích thước và tuổi

Nhu cầu protein của động vật nói chung và cá nói riêng là giảm khi kích thước và tuổi tăng lên.

- Ảnh hưởng của nhiệt độ nước

Nhiệt độ nước là yếu tố sinh thái quan trọng ảnh hưởng đến nhu cầu protein của cá. Nhìn chung trong phạm vi nhiệt độ thích hợp, khi nhiệt độ tăng nhu cầu protein của cá cũng như giáp xác tăng lên.

- Ảnh hưởng của năng lượng trong thức ăn

Chức năng dinh dưỡng chủ yếu của protein là vật chất xây dựng cơ thể. Nhu cầu protein phụ thuộc vào năng lượng có trong thức ăn.

Nhu cầu protein tăng lên khi thức ăn không đáp ứng đủ năng lượng và ngược lại nhu cầu protein giảm khi thức ăn dư thừa năng lượng (năng lượng trong thức ăn chủ yếu từ lipid và carbohydrate).

- Ảnh hưởng của chất lượng thức ăn và loại thức ăn sử dụng

Nhu cầu protein của cá phụ thuộc vào chất lượng thức ăn. Chất lượng thức ăn bị ảnh hưởng bởi số lượng, tỷ lệ các loại amino acid, đặc biệt là các amino acid không cần thiết và khả năng tiêu hoá được của thức ăn. Vì vậy, khi tính toán hình thành công thức thức ăn phải xem xét một cách toàn diện các yếu tố có liên quan đến chất lượng thức ăn như: tỷ lệ protein/năng lượng; khả năng tiêu hoá được của thức ăn và tỷ lệ các amino acid cần thiết có mặt trong thức ăn...

- Ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái

Đối với những loài cá rộng muối, khi độ mặn tăng lên thì quá trình trao đổi protein và amino acid tăng lên để đáp ứng nhu cầu năng lượng và nhu cầu sinh tổng hợp các vật chất để cân bằng áp suất thẩm thấu giữa cơ thể và môi trường. Ví dụ đối với cá hồi khi nuôi ở môi trường nước có độ mặn là 10‰ thì có nhu cầu protein là 40% nhưng ở môi trường có độ mặn là 20‰ thì nhu cầu protein là 43,5%.

IV. NHU CẦU AMINO ACID

Khi nói đến protein, người ta không chỉ quan tâm đến hàm lượng của nó trong thức ăn mà còn chú ý đến các acid amin tham gia cấu tạo nên protein (đặc biệt là thành phần và tỷ lệ các acid amin thiết yếu trong protein). Nhu cầu

protein nói một cách chính xác hơn đó chính là nhu cầu amino acid. Nhu cầu amino acid của động vật nói chung có liên quan chặt chẽ đến thành phần amino acid trong các tổ chức mô của chúng. Thành phần amino acid của các nguyên liệu như bột cá, là rất gần với thành phần amino acid cho nhu cầu tăng trưởng, vì vậy bột cá là nguồn protein có chất lượng cao để sản xuất thức ăn cho chăn nuôi.

Thành phần amino acid của thức ăn protein chất lượng cao từ thực vật không có sự khác biệt so với protein động vật. Tuy nhiên protein thực vật thường thiếu hụt một hoặc một vài amino acid cần thiết. Sự thiếu hụt này có thể khắc phục bằng cách phối hợp hai hay nhiều thức ăn protein thực vật với nhau.

Chỉ có sự khác biệt rất cơ bản giữa thức ăn động vật và thức ăn thực vật là sự có mặt của vitamin B12 trong các nguyên liệu có nguồn gốc động vật mà không tồn tại trong các nguyên liệu có nguồn gốc thực vật.

Bảng 3. Thành phần amino acid(%) của một số nguyên liệu (NRC, 1997)

Amino acid	Bột cá	Bột hạt bông	Bột đậu nành	Bột ngô
Arginine	3,79	4,59	3,68	0,50
Glycine	4,19	1,70	2,29	0,37
Histidine	1,46	1,10	1,32	0,20
Isoleucine	2,85	1,33	2,57	0,37
Leucin	4,50	2,41	3,82	1,10
Lysine	4,83	1,71	3,18	0,24
Methionine	1,78	0,52	0,72	0,20
Cystine	0,56	0,64	0,73	0,15
Phenylalanine	2,48	2,22	2,11	0,47
Tyrosine	1,98	1,02	2,01	0,45
Threonine	2,50	1,32	1,91	0,39
Tryptophan	0,68	0,47	0,67	0,09
Valine	3,23	1,98	2,72	0,52
Protein	60,5	41,4	48,5	8,8

Ngoài nhiệm vụ chính là cấu tạo nên protein, acid amin còn là tiền chất của một số sản phẩm trao đổi chất khác. Có hai loại amino acid: thiết yếu và không thiết yếu.

4.1. Acid amin không thiết yếu

AA không thiết yếu là những AA mà cơ thể sinh vật tự tổng hợp được từ thức ăn. Chúng bao gồm: Alanin, Glycin, Serin, Tyrosin, Polin, Cystein, Cystin.

4.2. Acid amin thiết yếu

Nhu cầu về amino acid thiết yếu được nghiên cứu nhiều bởi vì cá không thể tổng hợp được chúng mà phải lấy từ thức ăn. Cũng như động vật bậc cao, các loài động vật thủy sản nói chung cần 10 loại amino acid, gồm: Arginin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenillalanin, Threonin, Tryptophan và Valin (Halver, 1989).

Trong 10 amino acid kể trên có Methionine và Phenylalanine có quan hệ mật thiết với amino acid không thiết yếu tương ứng là Cystine và Tyrosine. Khi có mặt Cystine và Tyrosine trong thức ăn thì nhu cầu Methionine và Phenylalanine sẽ giảm.

Cystine có thể thay 1/2 nhu cầu Methionin (Cystin và Methionin là 2 acid amin cùng có S).

Tyrosine có khả năng thay thế cho 30% nhu cầu của Phenylalanin (2 acid amin này cùng có gốc phenyl).

Cá không thể dự trữ acid amin tự do. Nếu như có một acid amin nào đó chưa được dùng ngay để tổng hợp protein thì sẽ được chuyển thành acid amin khác hoặc cung cấp năng lượng.

Do đó sự mất cân đối acid amin sẽ dẫn đến lãng phí acid amin. Thiếu cũng như thừa bất kỳ acid amin nào thì đều làm giảm hiệu quả sử dụng protein.

Ngoài ra, giữa các acid amin có cấu tạo giống nhau còn có tương tác đối kháng (antagonism). Đó là khi hàm lượng một amino acid nào đó trong thức ăn vượt quá mức nhu cầu sẽ kéo theo nhu cầu của amino acid có cấu tạo hóa học tương tự tăng lên. Ngược lại, nếu thiếu loại nào đó thì cũng ảnh hưởng đến các acid amin khác (acid amin giới hạn). Acid amin thường bị coi giới hạn là Methionin, Lysine vì các nguồn nguyên liệu có nguồn gốc thực vật có hàm lượng các acid amin này thường không đủ theo nhu cầu của ĐVTS.

Bảng 4. Nhu cầu acid amin của một vài loài tôm cá

Acid amin \ Loài	Nheo Mỹ	Chình Nhật	Rôphi	Chép	Tôm he
Arginin	4,3	4,2	4,2	4,2	5,8
Histidine	1,5	2,1	1,7	2,1	2,1
Isoleucine	2,6	4,1	3,1	2,3	3,5
Leucine	3,5	5,4	3,4	3,4	5,4
Lysine	5,1	5,3	5,1	5,7	5,3
Methionine	-	3,2	-	-	-
(+ cystine)	2,3	5,0	3,2	3,1	3,6
Phenylalanine	-	5,6	-	-	-
(+ tyrosine)	5,0	8,4	5,7	6,5	7,1
Threonine	2,0	4,1	3,6	3,9	3,6
Tryptophan	0,5	1,0	1,0	0,8	0,8
Valine	3,0	4,1	2,8	3,6	4,0
% protein trong khẩu phần	32,0	38,0	28,0	38,5	36,4

V. TIÊU HÓA PROTEIN

Nhóm men phân giải protein chính gồm có pepsin, trypsin và chymotripsine. Tiền thân của pepsin là pepsinogen do tuyến dạ dày tiết ra và

được hoạt hóa bởi HCl cũng do chính dạ dày tiết ra. Dưới tác dụng của men pepsin trong môi trường acid, protein được thủy phân thành polypeptid. Ở nhóm cá không có dạ dày không tiết ra men pepsin. Polypeptid từ dạ dày được chuyển xuống ruột non và được tiêu hoá bởi men trypsin, chymotripsine. Trypsin là men phân giải các protein hỗn hợp, men này do tuyến tụy tiết ra, tiền thân của nó là trypsinogen, được hoạt hóa bởi Enterokinaza của ruột. Đối với cá không có dạ dày (cá chép, mè trắng, rôhu...) thì trypsin là men chủ yếu phân giải protein. Trypsin ở đoạn ruột trước nhiều hơn đoạn ruột sau. Erepsin do tuyến ruột ở niêm mạc ruột tiết ra và tồn tại trong dịch ruột.

Ở giáp xác, men tiêu hoá protein tương tự như cá không có dạ dày, nghĩa là không có men pepsin, nhưng men trypsin thì hoạt động rất mạnh. Chymotrypsin cũng được xác định có ở nhiều loài giáp xác. Astacine cũng là một loại men có vai trò quan trọng trong phân giải protein.

Khả năng tiêu hoá protein là tỷ lệ % giữa khối lượng protein được tiêu hoá hấp thụ và khối lượng protein tiếp nhận từ thức ăn.

Như vậy khả năng tiêu hoá của protein được biểu diễn bằng phương trình

$$\text{Khả năng tiêu hoá protein} = \frac{\text{Protein trong thức ăn} - \text{protein trong phân}}{\text{Protein trong thức ăn}} \times 100$$

Khả năng tiêu hoá protein của các loại thức ăn khác nhau nằm trong khoảng từ 50 - 95%. Khả năng tiêu hoá phụ thuộc trước hết vào chất lượng protein và phương pháp xử lý, sản xuất thức ăn.

Khả năng tiêu hoá của protein có thể được biểu hiện thông qua lượng Nitơ được tích lũy trong cơ thể qua phương trình sau:

$$\text{Khả năng tiêu hoá prtein} = \frac{\text{Nitơ trong thức ăn} - \text{Nitơ trong phân}}{\text{Nitơ trong thức ăn}} \times 100$$

Tuy nhiên Nitơ trong phân ngoài N có trong thức ăn không được tiêu hoá và hấp thụ, bài tiết ra ngoài còn có cả Nitơ nội sinh (tức là Nitơ từ các sản phẩm của cơ thể như enzyme, hormone, dịch thể, tế bào, màng nhầy của ruột...).

Vì vậy người ta dùng khái niệm "khả năng tiêu hoá thực" (true digestibility).

$$\text{Khả năng tiêu hoá thực} = \frac{\text{N trong thức ăn} - (\text{N trong phân} - \text{N nội sinh})}{\text{N trong thức ăn}} \times 100$$

Với cá chép khả năng tiêu hoá protein tăng lên khi nhiệt độ môi trường nước tăng từ 20 - 25°C, tuy nhiên khi nhiệt độ môi trường tiếp tục tăng thì khả năng tiêu hoá không tăng mà bằng một hằng số. Đối với cá chép lớn khả năng tiêu hoá protein trong khoảng nhiệt độ từ 20- 25°C là 89% nhưng ở nhiệt độ 15°C chỉ là 87%. Ngoài nhiệt độ khả năng tiêu hoá protein còn phụ thuộc thành phần và loại thức ăn protein và giai đoạn phát triển.

Bảng 5. Khả năng tiêu hoá (%) của các loại thức ăn protein khác nhau đối với cá chép 2 và 3 năm tuổi (Scerbina 1973 và Nelring 1965)

Thức ăn protein	Cá chép 2 tuổi nhiệt độ 19 - 22 ⁰ C	Cá chép 3 tuổi nhiệt độ 15 ⁰ C
Lúa mạch	81	64
Yến mạch	67	64
Lúa mạch đen	59	63
Lúa mì	86	83
Ngũ cốc		66
Bột đậu trắng	70	85
Hạt hoa hướng dương	70	
Bột đậu nành	71	81
Bột hạt bông	73	

Bảng 6. Khả năng tiêu hoá của các loại thức ăn protein khác nhau đối với cá da trơn (theo Brown và CTV 1985; Wilson và Poe 1985)

Thức ăn protein	Khả năng tiêu hoá protein (%)
Bột cá	70 - 86
Bột thịt	61 - 82
Một máu	23 - 47
Bột ngũ cốc	80 - 92
Ngũ cốc	96 - 97
Lúa mì	88 - 92
Bột hạt bông	76 - 83
Bột đậu nành	72 - 79
Cám gạo	73 - 78
Bột gạo	63 - 77

Bảng 7. Khả năng tiêu hoá của các loại thức ăn protein khác nhau đối với cá trắm cỏ (%) (theo Law 1986)

Bột cá	91
Bột đậu nành	96
Bột ngũ cốc	51
Cám gạo	71
Bột cỏ	73 - 76

VI. TRAO ĐỔI PROTEIN TRONG CƠ THỂ

Trong cơ thể của động vật nói chung và cá nói riêng, quá trình tổng hợp protein từ các amino acid và quá trình phân huỷ protein thành các amino acid luôn diễn ra đồng thời. Các amino acid trong cơ thể có từ 3 nguồn chủ yếu sau:

* Các amino acid được giải phóng từ thức ăn protein bằng quá trình tiêu hoá hoá học có sự tham gia của các enzyme proteasa; các amino acid này được hấp thu qua thành ống tiêu hoá để vào máu và được máu chuyển đến các tổ chức cơ quan khác nhau.

* Các amino acid được giải phóng bằng quá trình thủy phân, các tổ chức mô, các cơ quan của chính cơ thể. Các amino acid này cũng được hấp thu qua thành ruột để vào máu, kết hợp với các amino acid từ thức ăn tham gia vào quá trình sinh tổng hợp trong cơ thể.

* Các amino acid có thể thay thế (không thiết yếu) được cơ thể tự tổng hợp bên trong các tổ chức mô kết hợp với các amino acid từ hai nguồn nói trên.

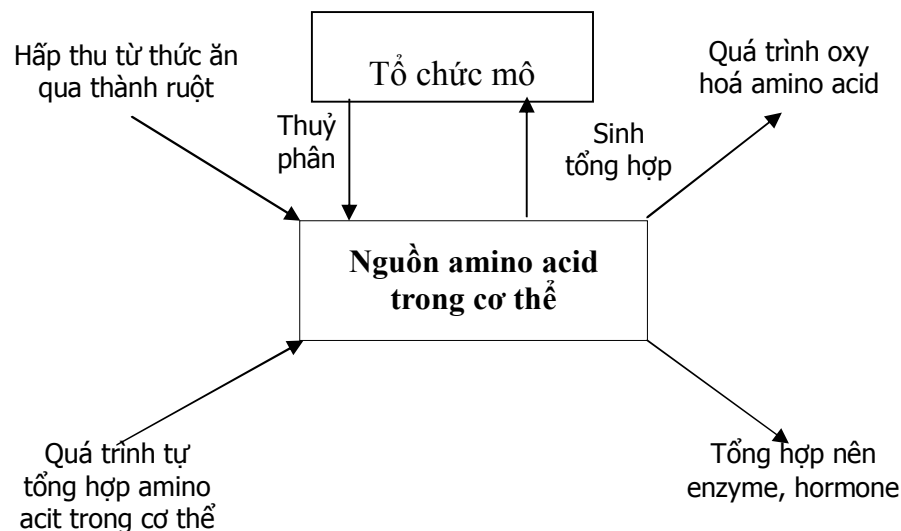
Nguồn amino acid trong cơ thể tham gia vào các phản ứng sinh hoá sau đây:

* Sinh tổng hợp nên protein trong các tổ chức mô hoặc các sản phẩm khác.

* Sinh tổng hợp nên hormone, enzyme hoặc các sản phẩm sinh học có chứa Nitơ quan trọng khác như: acid nucleic; choline...

* Tham gia vào quá trình oxy hoá để cung cấp năng lượng cho cơ thể. Khi nguồn amino acid cung cấp từ thức ăn vượt quá nhu cầu sinh tổng hợp trong cơ thể, thì các amino acid dư thừa sẽ được oxy hoá cho mục đích năng lượng. Các nghiên cứu về trao đổi protein trong cơ thể động vật thủy sinh thường tập trung chủ yếu vào các loại cá chép và cá hồi, đây là hai loại cá nuôi chủ yếu ở Châu Âu và Bắc Mỹ.

Quá trình trao đổi protein có thể tóm tắt bằng sơ đồ sau đây:



Quá trình trao đổi protein xảy ra ở hầu hết các tổ chức cơ quan trong cơ thể, nhưng tập trung nhiều hơn ở gan và cơ, ngoài ra còn ở mang cá, tế bào màng nhầy của ruột, cơ đỏ, cơ trắng... tốc độ trao đổi protein giảm dần theo thứ tự sau:

Gan > mang > tế bào màng nhầy của ruột > cơ đỏ > cơ trắng.

Gan và mang là các tổ chức có tốc độ tổng hợp protein cao hơn, nhưng cơ là tổ chức có khối lượng protein lớn nhất, vì vậy hiệu suất tổng hợp protein của

cơ là lớn hơn các tổ chức khác trong cơ thể. Ở cá từ 50 - 70% protein được tổng hợp trong các cơ trắng.

Nguồn amino acid tham gia vào quá trình tổng hợp protein của cơ thể chủ yếu lấy từ thức ăn, vì vậy những thức ăn protein có chất lượng cao, dễ tiêu hoá, có thành phần, tỷ lệ các amino acid gần giống với thành phần và tỷ lệ amino acid của cơ thể có hiệu quả sử dụng cao.

Ngoài chức năng quan trọng là tổng hợp nên protein trong cơ thể, các amino acid còn tham gia vào quá trình tổng hợp nên các chất hữu cơ chứa nitơ nhưng là vật chất phi protein. Ví dụ: các amino acid hữu cơ, amino acid tự do, đặc biệt tổng hợp nên các chất như: Taurine và Trimethylamine là những chất tham gia vào quá trình điều hoà áp suất thẩm thấu.

Câu hỏi:

1. Tại sao nhu cầu protein của động vật thủy sản cao hơn động vật trên cạn?
2. Các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu protein của động vật thủy sản?
3. Nhu cầu acid amin của động vật thủy sản?
4. Quá trình tiêu hóa protein của động vật thủy sản?
5. Quá trình trao đổi protein trong cơ thể động vật thủy sản?

CHƯƠNG III. DINH DƯỠNG LIPID

I. KHÁI NIỆM CHUNG

Lipid có đặc tính là không hoà tan trong nước mà hoà tan trong các dung môi hữu cơ (ete, benzen, etepetrol, toluen...). Lipid là hợp phần cấu tạo quan trọng của các màng sinh học, là nguồn cung cấp năng lượng, nguồn cung cấp các vitamin hoà tan trong mỡ như: vitamin A, D, E, K.

Dựa vào phản ứng hoá xà phòng, người ta chia lipid thành 2 nhóm:

- Lipid tham gia được phản ứng hoá xà phòng.

Nhóm này lại được phân thành 2 nhóm nhỏ là: lipid đơn giản và lipid kết hợp.

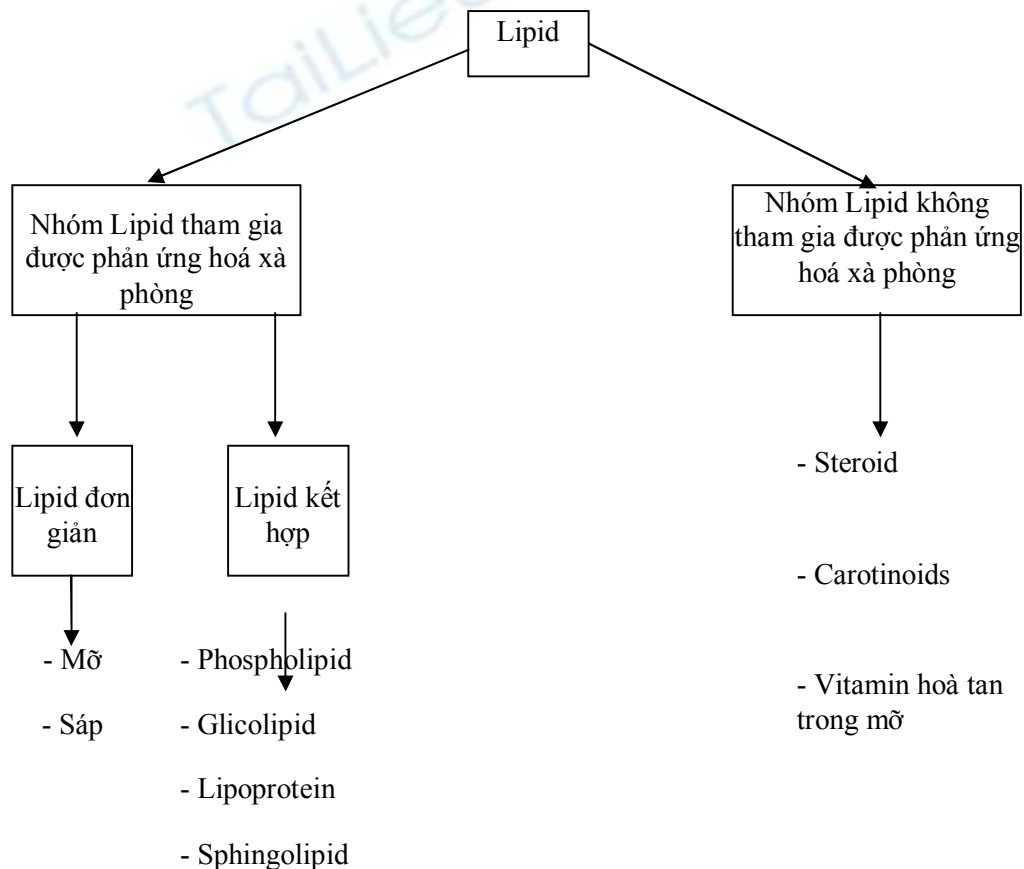
- Nhóm lipid không tham gia phản ứng hoá xà phòng. Nhóm này gồm có:

+ Steroid

+ Carotinoids

+ Vitamin hoà tan trong mỡ.

Có thể phân loại theo sơ đồ sau đây:



Các acid béo trong mỡ thường có mạch carbon không phân nhánh, có số carbon chẵn và được chia thành 2 nhóm: acid béo no và acid béo không no.

+ Các acid béo no trong mạch carbon không có nối đôi.

+ Các acid béo không no có một hay nhiều nối đôi trong mạch carbon. Các acid béo không no thường gặp là:

- Acid oleic ($C_{18}H_{34}O_2$) có một nối đôi ở vị trí carbon thứ 9 và người ta thường ký hiệu là: 18:1n-9.
- Acid linoleic ($C_{18}H_{32}O_2$) có hai nối đôi ở vị trí carbon thứ 6 và thứ 9, ký hiệu là: 18:2n-6.
- Acid linolenic ($C_{18}H_{30}O_2$) có ba nối đôi ở vị trí carbon thứ 3, 6 và 9.

Căn cứ vào số lượng nối đôi người ta chia acid béo không no thành các dạng PUFA (có ít nhất hai nối đôi trong mạch carbon) và HUFA có từ 4-6 nối đôi trong mạch carbon. Giá trị dinh dưỡng của các acid béo không no phụ thuộc vào số lượng carbon và số lượng nối đôi và vị trí nối đôi đầu tiên trong mạch carbon.

Một số acid béo cần thiết sau đây thường gặp trong thành phần thức ăn của các đối tượng thủy sản:

Acid Lauric	12:0
Acid Myristic	14:0
Acid Palmitic	16:0
Acid Stearic	18:0
Acid Oleic	18:1n-9
Acid Linoleic	18:2n-6
Acid Linolenic	18:3n-9
Acid Arachidonic	20:4n-6
Acid Clupanodonic	22:5n-3
	22:6n-3

II. VAI TRÒ CỦA LIPID

- Cung cấp năng lượng

Lipid là nguồn dinh dưỡng cung cấp năng lượng tốt nhất cho ĐVTS, sự chia sẻ năng lượng từ protein của lipid được chứng minh trên nhiều loài ĐVTS. Việc bổ sung lượng lipid thích hợp sẽ giảm nhu cầu protein. Động vật thủy sản dự trữ lipid với lượng rất lớn ở gan, cơ, giáp xác ở gan tụy. Ngoài ra một số loài cá dự trữ mỡ dưới dạng mô mỡ bao quanh ruột như cá chép, rô phi, tạo thành lá mỡ như ở basa.

- Hoạt hóa và cấu thành enzyme

Lipid, đặc biệt là phospholipid có khả năng hoạt hóa enzyme. Ví dụ phosphatidyl choline có khả năng hoạt hóa enzyme glucose 6 phosphatase, Adenogentriphosphatase (ATPase). Lipid là thành phần chính của nhiều hormon là steroid. Ngoài ra một số PUFA acid béo cao phân tử không no (PUFA) là tiền thân của prostaglandin ở tôm cá (prostaglandin là họ acid béo 5 mạch vòng, số lượng rất nhỏ, hoạt động giống như hormone).

- Tham gia cấu trúc màng tế bào

Lipid phân cực hay phospholipid có một vai trò rất quan trọng trong dinh dưỡng vì nó tham gia vào cấu trúc của tất cả các màng tế bào.

- Vận chuyển các vitamin