



Phân tích và quan trắc chất lượng nước bằng phương pháp sinh học

Assoc. Prof. Dr. Chanda Vonsombath

Cell phone 020 55615835

chanda.vongsombath@nuol.edu.la

Mô-đun

Mô-đun 1 Hệ sinh thái nước ngọt

Mô-đun 2 Quần xã ở khu nước tù

Mô-đun 3 Quần xã các khu nước động (có dòng chảy)

**Mô-đun 4 Sử dụng chỉ thị sinh học để phân tích và quan trắc
môi trường nước ngọt**

(

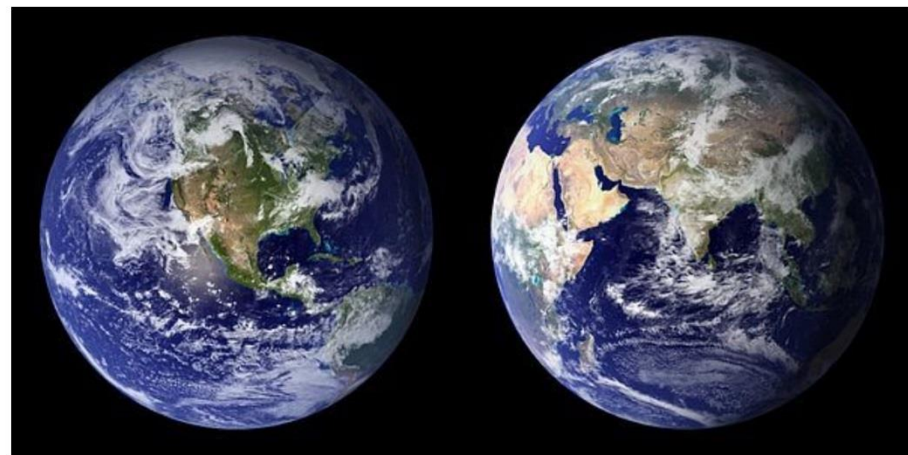


Mô-đun 1

Hệ sinh thái nước ngọt

1 Nguồn gốc của nước trên Trái đất

- Nguồn gốc của nước trên Trái đất vẫn chưa được hiểu đầy đủ. Tồn tại nhiều giả thuyết ít nhiều tương thích lẫn nhau về việc nước có thể tích tụ trên bề mặt trái đất trong 4,6 tỷ năm qua với số lượng đủ để hình thành đại dương.
- Trái đất nguội đi
- Nguồn ngoài hành tinh
- Các khoáng chất hydrat
- Hoạt động núi lửa



2. Tầm quan trọng của nước

2.1. Đối với sinh vật

- Nước là yếu tố cần thiết cho sinh vật sống, chiếm hơn một nửa trọng lượng cơ thể.
- Khi một sinh vật bị mất nước hoặc thừa nước, nó phải thích nghi để tồn tại
- Nước là môi trường để vận chuyển chất dinh dưỡng và chất thải trong các hệ cơ quan khác nhau trong cơ thể thực vật và động vật
- Nước giúp thực hiện các phản ứng sinh hóa trong tế bào cơ thể sống
- Nước đóng vai trò trung gian làm giảm sốc

2.2. Đối với con người

- Nước trong cơ thể người chiếm khoảng 55% - 78%
- Dùng cho đời sống hàng ngày
- Nước còn được sử dụng trong lĩnh vực công nghiệp: nhà máy, sản xuất điện (thủy điện)
- Nước còn được sử dụng trong lĩnh vực nông nghiệp: xây dựng đập và thủy lợi, trồng trọt, chăn nuôi và ngư nghiệp
- Sử dụng nước trong lĩnh vực giao thông vận tải: như vận chuyển hàng hóa bằng tàu biển, du lịch, v.v.
- Nước dùng cho mục đích giải trí.

2.3. Đối với hệ sinh thái

- Nước vận chuyển các chất từ nơi này đến nơi khác thông qua hệ thống sông suối và vòng tuần hoàn nước
- Nước là môi trường sống của nhiều loài thực vật, động vật sống trong hoặc xung quanh nước. Các loài này có thể sống ở những môi trường như biển, sông hoặc ao hồ. Thực vật và động vật lấy thức ăn, nơi trú ẩn và nơi sinh sản từ những môi trường sống này.
- Nước giúp hạt phát tán: các hạt cây, cỏ, sậy mọc ven sông rơi xuống nước và bị cuốn đi. Chúng được mang đi xa khỏi cây mẹ để đến nơi khác. Bằng cách này, thực vật di chuyển đến các khu vực mới. Chúng ta nói rằng các thực vật này đang phát tán.

3. Các loại tài nguyên nước

- **Nước mặt**

Sông, suối, hồ, vùng đất ngập nước, hồ chứa và nước trong cơ thể sinh vật

- **Nước ngầm**

Nguồn nước ngầm nằm bên dưới bề mặt đất và bao gồm các suối ngầm, giếng và độ ẩm của đất

- **Nước trong khí quyển**

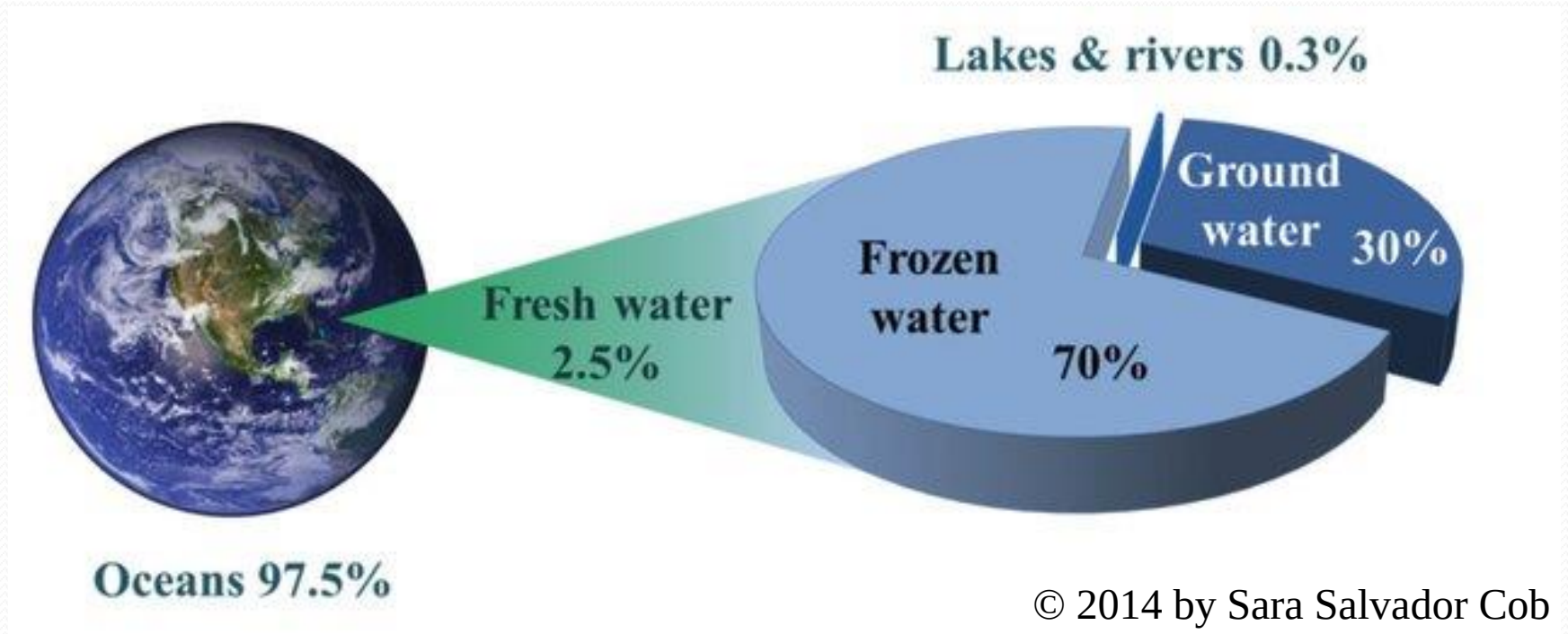
Hơi nước, giọt nước, mây, sương mù, mưa, mưa đá, tuyết

Tỷ lệ các loại nước trên thế giới

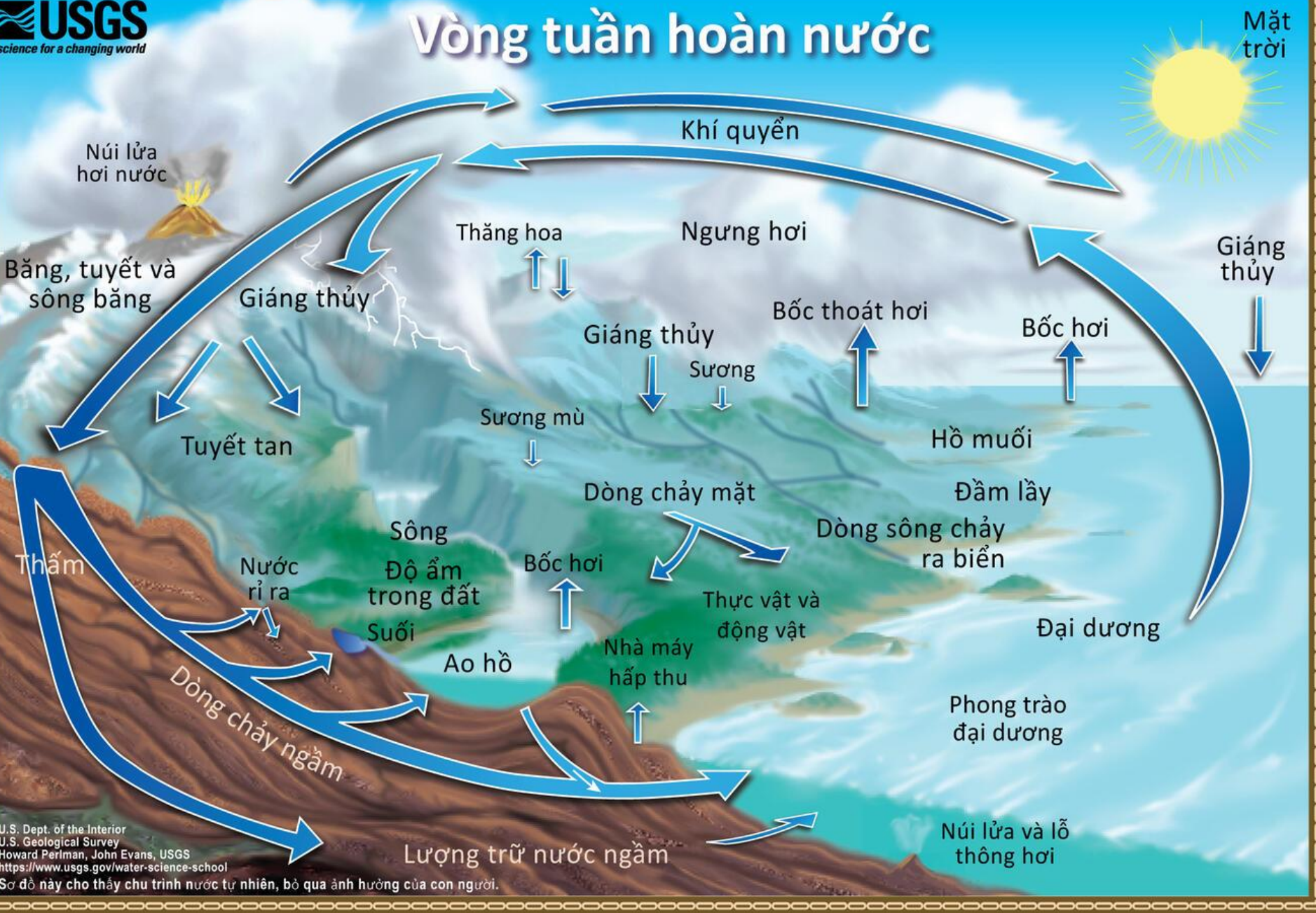
- Nước trên thế giới, cả nước ngọt và nước mặn chiếm tới 72% diện tích thế giới, trong khi đất liền chỉ có 28%
- Riêng nước mặn lên tới 97,5% (chủ yếu là nước từ biển và đại dương)
- Chỉ có 2,5% là nước ngọt, bao gồm:
 - Băng ở hai cực và đỉnh núi khoảng 1,982%
 - Nước ở trạng thái hơi và nước ngầm khoảng 0,014%
 - Nước mặt khoảng 0,592%

Lượng nước ngọt có khả năng sử dụng nhỏ hơn 0,01%

Biểu đồ tỷ lệ các loại nước trên thế giới



Vòng tuần hoàn nước



4. Các yếu tố lý – hóa của nước

4.1. Các yếu tố lý học của nước

Nước ngọt và nước biển có tính chất vật lý rất khác nhau. Hãy tưởng tượng một hồ nước ngọt vào mùa đông. Khi nhiệt độ không khí giảm, nhiệt độ của mặt nước giảm và khối lượng riêng của nó thay đổi

- Chất lỏng, kể cả nước, tăng khối lượng riêng khi nhiệt độ giảm khối lượng riêng giảm khi nhiệt độ tăng
- Nước ngọt có đặc tính đặc biệt không giống các chất lỏng khác: nó đạt khối lượng riêng cao nhất trước khi đóng băng (khối lượng riêng cao nhất ở 4°C)
- Khối lượng riêng của nước không chỉ liên quan đến nhiệt độ mà còn liên quan đến các yếu tố khác nhau có trong đó.

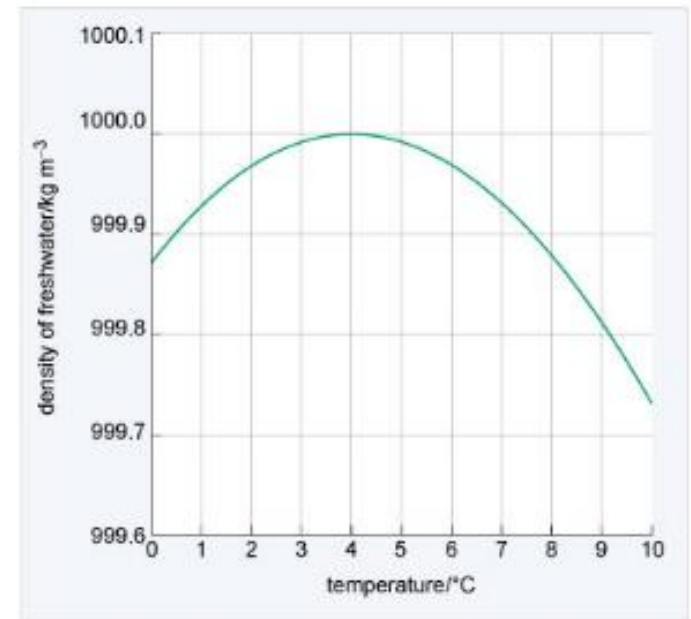
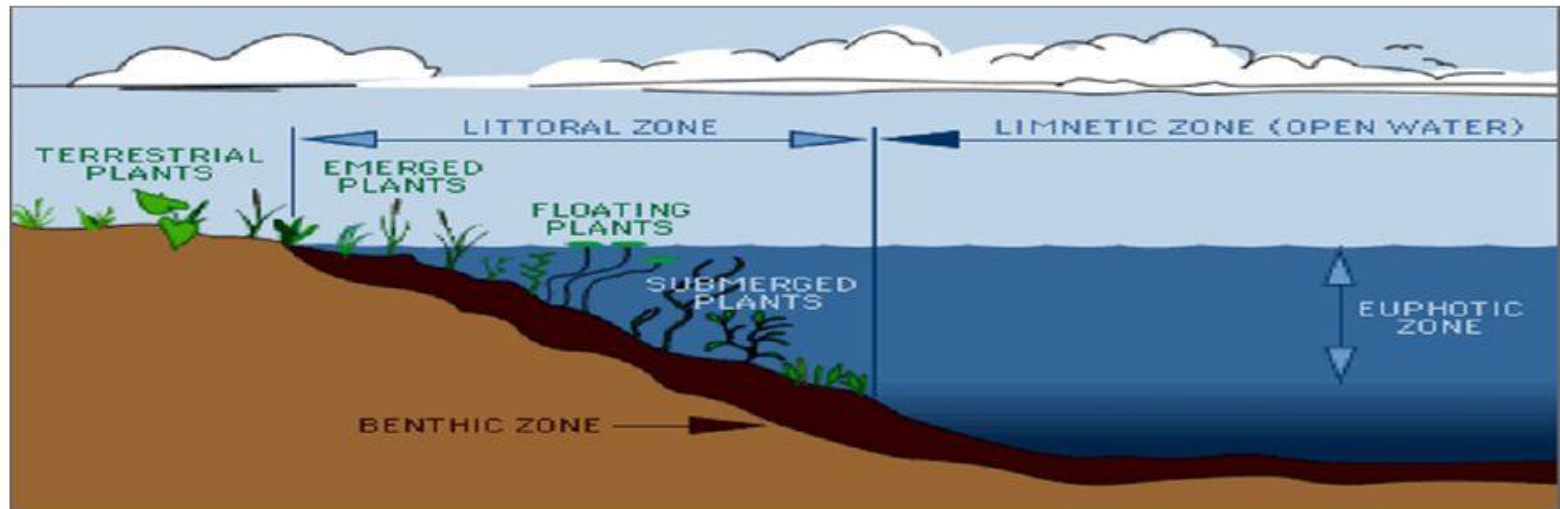


Figure 4 The density of fresh water plotted against temperature.

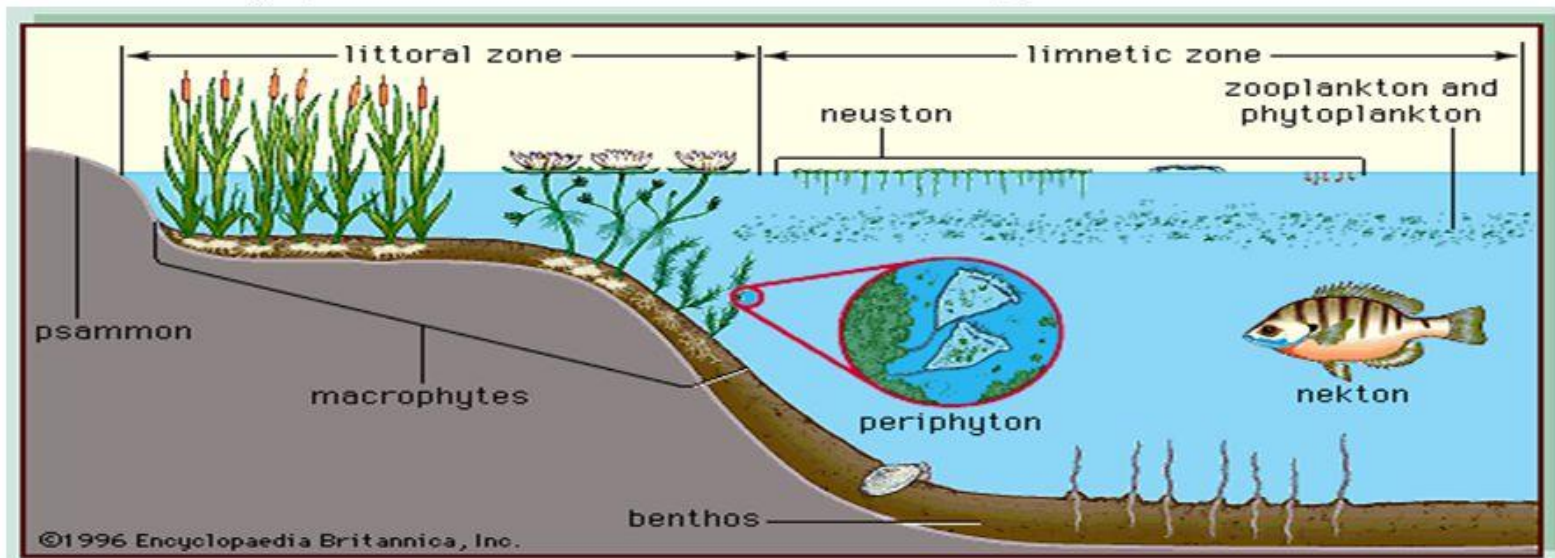
<https://www.open.edu/>

Zonation

- The Littoral zone is the near shore area where sunlight penetrates all the way to the sediment and allows aquatic plants (macrophytes) to grow. In most lakes, the sunlit zone is called the photic zone and occurs within the epilimnion.
- The Limnetic zone is the open water area where light does not generally penetrate all the way to the bottom.
- The bottom sediment, known as the Benthic zone, has a surface layer abundant with organisms.



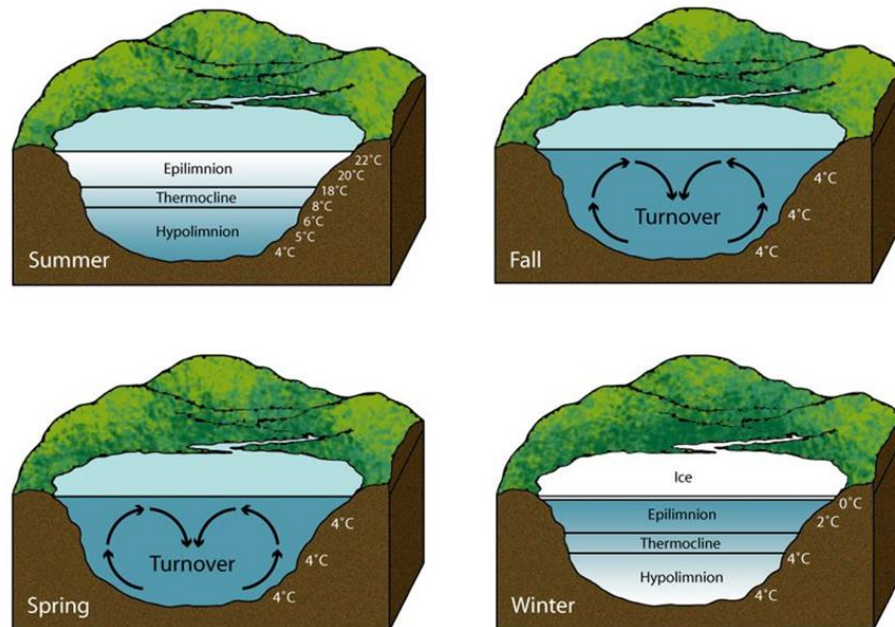
Types of Lake Organisms



- Note which zone each is found in
- **Macrophytes:** large leafy plants
- **Plankton:** Suspended small organisms controlled by currents
- **Benthos:** Bottom dwellers
- **Nekton:** Larger, mobile organisms

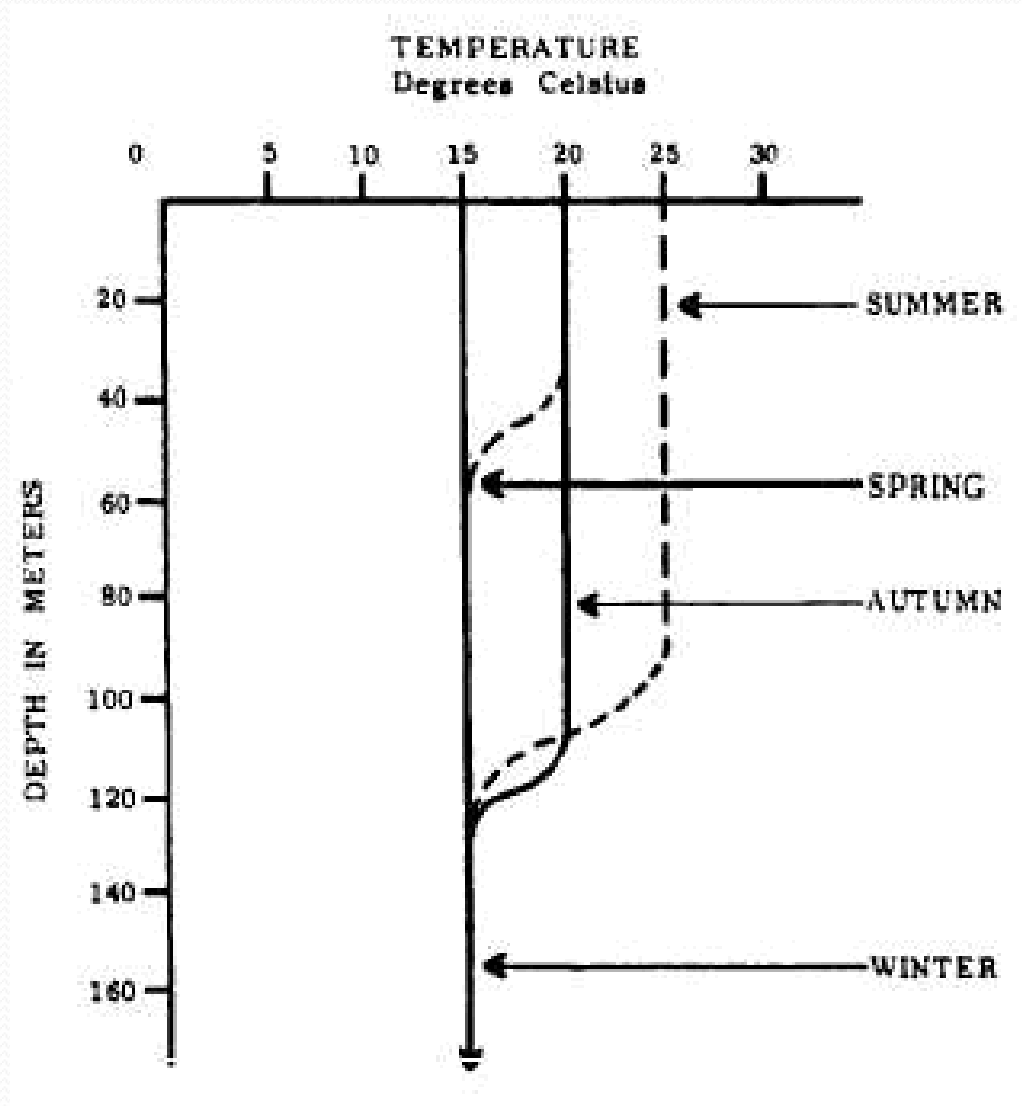
Các yếu tố vật lý quan trọng đối với sinh vật sống trong nguồn nước, bao gồm nhiệt độ, vòng tuần hoàn nước, tốc độ luân chuyển của hồ, nhiều yếu tố hóa học, v.v..

Lake Turnover



Sơ đồ sự xáo trộn nước trong hồ theo mùa. Epilimnion là lớp bề mặt được làm ấm bởi mặt trời, thermocline là lớp giữa và hypolimnion là lớp lạnh hơn kéo dài đến đáy hồ. Nguồn: National Geographic

Sự thay đổi nhiệt độ nước theo độ sâu trong các mùa khác nhau



Ánh sáng

- Mặt trời là nguồn năng lượng điều hòa quá trình sản xuất chất dinh dưỡng. sự phát triển của các sinh vật sống và sự lưu thông của nước trên thế giới, v.v.
 - quang hợp thực vật
 - Sưởi ấm
 - Đồng hồ sinh học (Hành vi của sinh vật, mùa, v.v.)
- Ánh sáng chiếu tới mặt nước sẽ bị phản xạ một phần và tạo thành một góc so với mặt nước. nếu góc rộng thì ánh sáng phản xạ nhiều hơn góc vuông góc
- Lượng ánh sáng xuyên qua mặt nước, cường độ ánh sáng giảm theo độ sâu của nước
- Ở các nguồn nước khác nhau sẽ chia độ sâu thành 2 phần
 - Tầng quang dưỡng: Là tầng xảy ra quang hợp của thực vật hay vùng phú dưỡng
 - Tầng phân ly: Là tầng mà xác thực vật, động vật bị vi khuẩn phân hủy tạo ra quá trình oxy hóa khiến lượng oxy hòa tan trong nước giảm đến mức có khi không đủ cho động vật và quá trình quang hợp không diễn ra

Độ đục

- (1) Các chất lơ lửng lắng
- (2) Các chất lơ lửng không lắng
- Đo độ đục của nước bằng Phương pháp Trực quan sử dụng Đơn vị Độ đục Jackson (JTU) hoặc máy đo Nephelo (NTU = Đơn vị Độ đục Nephelometric).
- Quan sát khả năng ánh sáng xuyên qua nước (Transparency) bằng cách thả đĩa Secchi xuống nước

Độ đục ảnh hưởng đến sự sống của sinh vật

Độ màu

Màu của nước là màu của ánh sáng xuyên qua nước và tới mắt chúng ta
Có hai loại màu của nước:

(1) màu thật: phát sinh từ sự hòa tan của chất trong nước

(2) màu sắc biểu kiến: do sự phản chiếu của các vật thể treo trong nước
hoặc do sự phản chiếu của bầu trời hoặc cảnh vật xung quanh,
chẳng hạn như

- Màu xanh lá cây: có thể do thực vật thủy sinh và bóng cây gây ra
- Màu xanh da trời: do sự phản chiếu của bầu trời do sự khúc xạ của ánh sáng chiếu vào mặt nước
- Màu vàng: do sự tích tụ của nhiều loại lá khác nhau trong nước

Các chất tạo màu cho nước

- Ion sắt (FeSO_4 và Fe_2O_3) sẽ có màu vàng; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sẽ có màu đỏ
- Lá non tươi sẽ có màu xanh; lá chết sẽ có màu vàng; và lá thối sẽ có màu đen hoặc nâu
- CaCO_3 sẽ có màu xanh lá
- Sinh vật phù du, tảo xanh lam sẽ có màu xanh lục; khi lượng *Euglena* cao sẽ có màu đỏ
- Ngoài ra, màu sắc của nước còn phụ thuộc vào mùa, lượng mưa, ánh nắng, mây, thảm thực vật, cảnh quan xung quanh, tất cả đều ảnh hưởng đến màu khả kiến của nước.

4.2. Đặc tính hóa học của nước

- Một đặc tính hóa học khác của nước là nước là phân tử có hai điện cực nên nước có thể hòa tan nhiều chất, đặc biệt là các chất khí cần thiết cho sự sống.
- Tốc độ hòa tan các chất khí trong nước tỉ lệ nghịch với lượng chúng có trong khí quyển:
 - Ở điều kiện tiêu chuẩn, 100 ml nước hòa tan 0,34 g CO₂, 0,007 g O₂ và 0,003 g N₂.
 - Bầu khí quyển chứa khoảng 0,05% CO₂, khoảng 21% O₂ và khoảng 79% N₂. Do đó lượng oxy hòa tan tương đối thấp.

Các yếu tố hóa học quan trọng đối với sự sống trong các nguồn nước là:

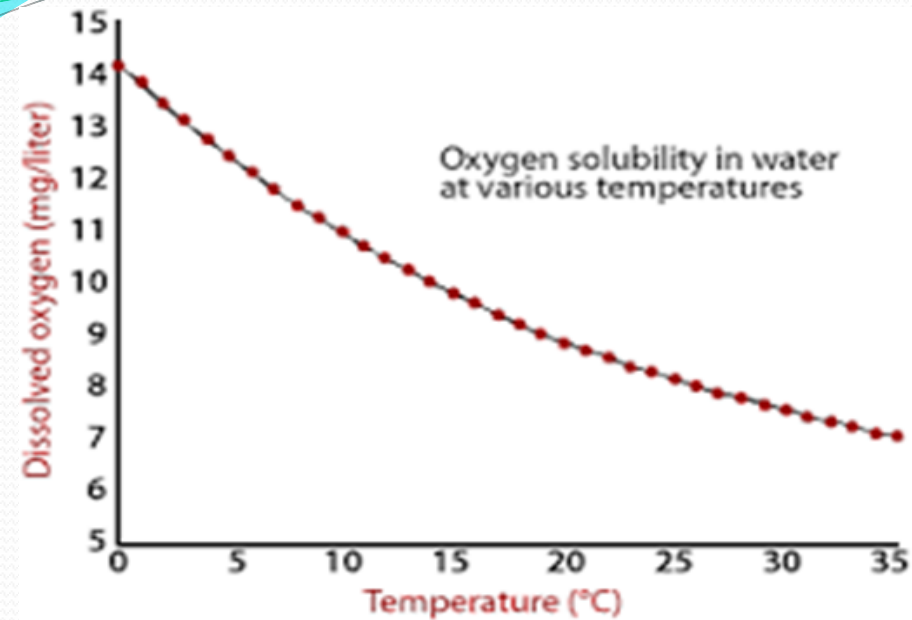
- (1) Oxy hòa tan
- (2) CO_2
- (3) Nitơ
- (4) Canxi và Magiê
- (5) Natri và Kali
- (6) Phốt pho
- (7) Fe
- (8) Chất hữu cơ

(1) Oxy hòa tan

- Trong nước, oxy rất cần thiết cho đời sống thủy sinh, đặc biệt là cho sự hô hấp của động vật.
- Oxy là yếu tố điều chỉnh quá trình sử dụng năng lượng của nguồn nước, đồng thời cũng là chỉ số đánh giá chất lượng nước
- Lượng oxy tại một thời điểm cụ thể phụ thuộc vào nhiệt độ của nước, áp suất khí quyển và độ mặn
- Lượng oxy sẽ giảm khi nhiệt độ nước tăng. Ví dụ, lượng oxy có thể hòa tan nhiều hơn tới 40% trong nước khi nhiệt độ nước giảm từ 25°C xuống 0°C

(1) Oxy hòa tan (tt)

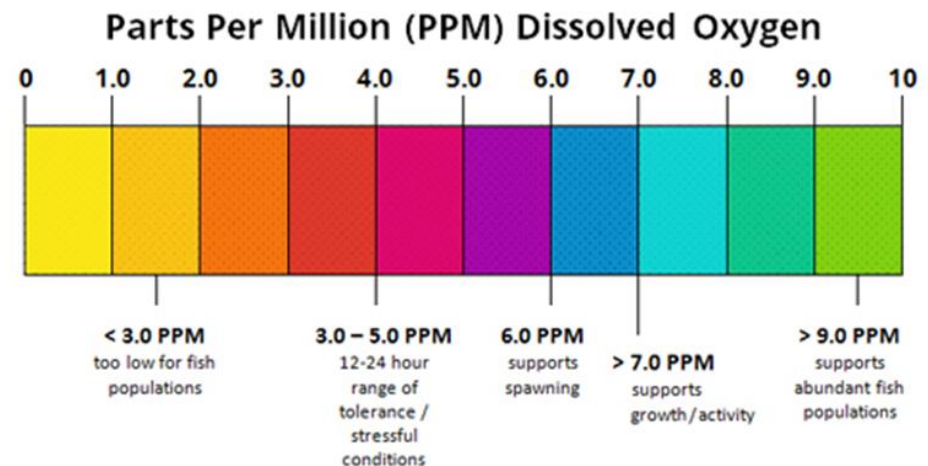
- Độ mặn của nước cao sẽ làm giảm khả năng hòa tan oxy. Có thể thấy ở nhiệt độ 15°C , nước ngọt có lượng oxy hòa tan nhiều hơn nước biển 2 mg/L
- Oxy hòa tan đến từ nhiều nguồn, ví dụ, trước tiên là từ không khí, có thể hòa tan trong nước bằng sóng; khi không khí có ẩm độ thấp thì lượng oxy hòa tan trong nước sẽ nhiều hơn. Mặt khác, nước còn chứa oxy có thể phóng thích vào không khí.
- Thông thường, quá trình quang hợp của thực vật diễn ra ở độ sâu mà tầng nước có đủ ánh sáng. Mức độ này trong hồ được gọi là vùng giới hạn; ở vùng bờ biển nông được gọi là vùng duyên hải. Khu vực này chứa thực vật và thực vật phù du tạo ra oxy vào nước
- Ở nguồn nước tự nhiên vào những ngày trời trong, không khí mát ở tầng nước có đủ ánh sáng có hàm lượng oxy cao nhất vào buổi chiều và thấp nhất vào lúc sáng sớm lượng CO_2 hòa tan tỉ lệ nghịch với O_2 .



<http://www.cotf.edu>

Data courtesy of Dr. Ben Stout

Range of Tolerance for Dissolved Oxygen in Fish



(Water Research Centre, 2014)

(2) CO₂

- Carbon dioxide rất quan trọng đối với hệ sinh thái dưới nước vì đây là hợp chất mà thực vật sử dụng để quang hợp. Nó còn điều chỉnh tỷ lệ giữa carbon dioxide và oxy trong cơ thể động vật để phù hợp với sự sống.
- Carbon dioxide rất hòa tan trong nước, độ hòa tan của carbon dioxide tỷ lệ nghịch với nhiệt độ. Ở nhiệt độ cao nó hòa tan ít hơn, ở nhiệt độ thấp nó hòa tan tốt hơn oxy, nói chung carbon dioxide hòa tan trong nước tốt hơn oxy
- Carbon dioxide trong nguồn nước tự nhiên đến từ nhiều nguồn như:
- hô hấp của thực vật và động vật
 - từ sự phân hủy của thực vật và động vật bởi vi sinh vật
 - Trong nước ngầm có hàm lượng CO₂ cao do quá trình phân hủy chất hữu cơ trong đất
 - Từ phản ứng giữa cacbonat trong đất và nước với axit thu được CO₂
 - Ngoài ra, khi trời mưa nguồn nước sẽ nhận CO₂ hòa tan cùng với nước mưa



(3) Ni tơ

Nitơ rất quan trọng đối với hệ sinh thái dưới nước

- Nó là thành phần của nhiều chất hữu cơ quan trọng đối với sự sống của thực vật và động vật, ví dụ, nó là thành phần của một số protein và chất béo
- Hàm lượng nitơ là yếu tố hạn chế sự phong phú và đa dạng của nguồn nước
- Nitơ xâm nhập vào nước qua không khí và được chuyển hóa thành chất hữu cơ dưới nhiều dạng
 - Sự biến đổi các hợp chất nitơ liên quan đến thực vật và động vật sống trong nước
 - từ nước mặt hoặc nước ngầm, bao gồm cả một số khu vực có thể có nước thải từ khu dân cư

(4) Ca và Mg

- Hai kim loại này phổ biến hơn ở nước ngọt so với các kim loại khác. Cả hai kim loại đều giống nhau về mặt hóa học và hòa tan ở dạng muối cacbonat. Mg rất quan trọng vì nó là thành phần trong phân tử diệp lục
- Khi so sánh hàm lượng của cả hai chất trong nguồn nước, người ta nhận thấy Ca luôn cao hơn Mg. Nước mềm hoặc nước có tổng chất rắn hòa tan dưới 50 mg/l chứa khoảng 48% Ca và khoảng 14% Mg trong tổng số cation. Nhưng ở nước lợ thì Ca khoảng 53% và Mg khoảng 35%.
- Hàm lượng Ca trong nước có thể được sử dụng làm chỉ số về độ dồi dào của nguồn nước
- Nước chứa $\text{Ca} < 10 \text{ mg/L}$ được xếp vào loại nguồn nước có độ phèn thấp
- Nước chứa Ca từ 10 - 25 mg/L được xếp vào loại nguồn nước có độ phèn trung bình
- Nước chứa $\text{Ca} > 25 \text{ mg/L}$ được xếp vào loại nguồn nước có độ phèn cao

(5) Natri và Kali

- Nhìn chung, trong nguồn nước hàm lượng của 2 chất này ít hơn so với các chất cation khác và Na luôn lớn hơn K.
- Trong nước mềm Na có nhiều thứ hai sau Ca; trong nước lợ Na ít hơn Ca và Mg
- Na thường hòa tan ở dạng muối (NaCl), đôi khi ở dạng natri tetraborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) hoặc borax

(6) Phốt pho

- Phốt pho là một nguyên tố thiết yếu trong hệ sinh thái vì nó tham gia vào quá trình chuyển đổi năng lượng, chẳng hạn như thành phần của DNA và RNA. Do đó nguồn nước thường chứa một lượng nhỏ phốt pho
- Phốt pho ở dạng phốt phát được cây trồng sử dụng tốt nhất và vì phốt phát hòa tan tốt hơn phốt pho hữu cơ , nên chúng ta sử dụng giá trị phốt pho hòa tan thay vì tổng lượng phốt pho hòa tan

(7) Fe

- Sắt rất quan trọng đối với hệ sinh thái vì nó là nguyên tố điều hòa hệ hô hấp của động vật thủy sinh
- Sắt là thành phần trong hồng cầu của nhiều loài động vật thủy sinh
- Sắt còn đóng vai trò trong các phản ứng hóa học trong các thủy vực

(8) Chất hữu cơ

- Ở một số nguồn nước có thể có rất nhiều chất hữu cơ đôi khi khiến nước có màu sắc khác với tự nhiên
- Có chất hữu cơ hòa tan và chất hữu cơ dạng hạt. Có nhiều chất hữu cơ trong nguồn nước tốt hơn là trong nước thải
- Có hai loại chất hữu cơ chính trong nguồn nước:
 - Chất hữu cơ có trong nguồn nước
 - Vật chất hữu cơ s là các chất hữu cơ được đưa từ mặt đất vào nguồn nước (do lũ lụt) hoặc từ bờ sông suối.

5. Hệ thống nước

- Một vấn đề quan trọng trong nghiên cứu sinh thái học là hiểu được các thành phần khác nhau có trong hệ thống đó. Các hệ sinh thái dưới nước có cấu trúc giống như các hệ sinh thái trên cạn, tức là chúng được tạo thành từ các yếu tố phi sinh vật và các sinh vật. Một ví dụ về hệ sinh thái phù hợp cho nghiên cứu sơ bộ là hệ sinh thái ao hồ. Ao là một hệ sinh thái mà chúng ta có thể tách các thành phần của hệ sinh thái này thành:
 - thành phần phi sinh vật
 - thành phần sinh vật
 - Mối quan hệ giữa hai thành phần và mối quan hệ trong từng loại thành phần

5.1. Thành phần phi sinh vật

- Các thành phần phi sinh vật bao gồm:
 - chất hữu cơ, chất dinh dưỡng, hợp chất cacbon ở các dạng khác nhau
 - Các chất vô cơ như đất, nước, không khí như carbon dioxide, oxy, canxi, nitrat và phốt pho, v.v.
- Các thành phần phi sinh vật cung cấp chất dinh dưỡng và môi trường vật lý quan trọng cho sinh vật dưới nước
- Chỉ một lượng nhỏ chất dinh dưỡng hòa tan trong nước được cung cấp trực tiếp cho cây trồng. Phần lớn chúng đều ở dạng trầm tích đáy hoặc các hợp chất hữu cơ.
- Tốc độ các chất dinh dưỡng đó được giải phóng vào hệ thống phụ thuộc ít nhiều vào môi trường vật lý như nhiệt độ, ánh sáng và các yếu tố khí hậu khác.

5.2. Thành phần sinh vật

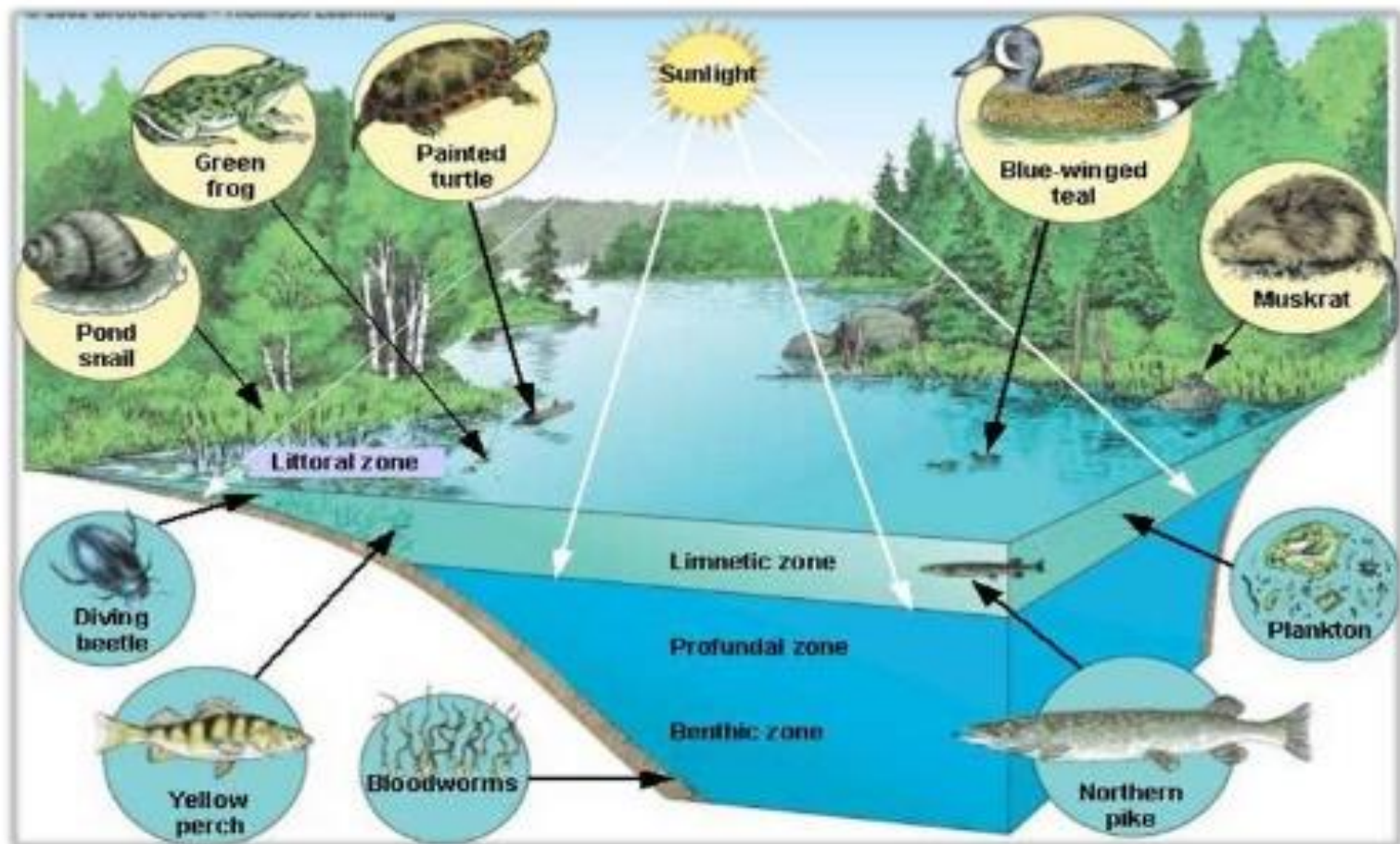
- **Các sinh vật sản xuất có thể chia thành 02 nhóm**

- Những cây có rễ hoặc rễ nổi lớn như cây bụt thô, cây đuôi mèo lá hẹp, lục bình, tai voi,... hoặc một số loài có thể sống bằng cách nổi trên mặt nước như mimosa nước, rau diếp cá...
- Những loài thực vật nổi nhỏ gọi là thực vật phù du thường nằm rải rác trong vùng nước có ánh sáng mặt trời. Đối với các vùng nước lớn và nước sâu Thực vật phù du đóng vai trò quan trọng hơn thực vật có rễ

Các sinh vật tiêu thụ có thể chia thành 3 nhóm lớn

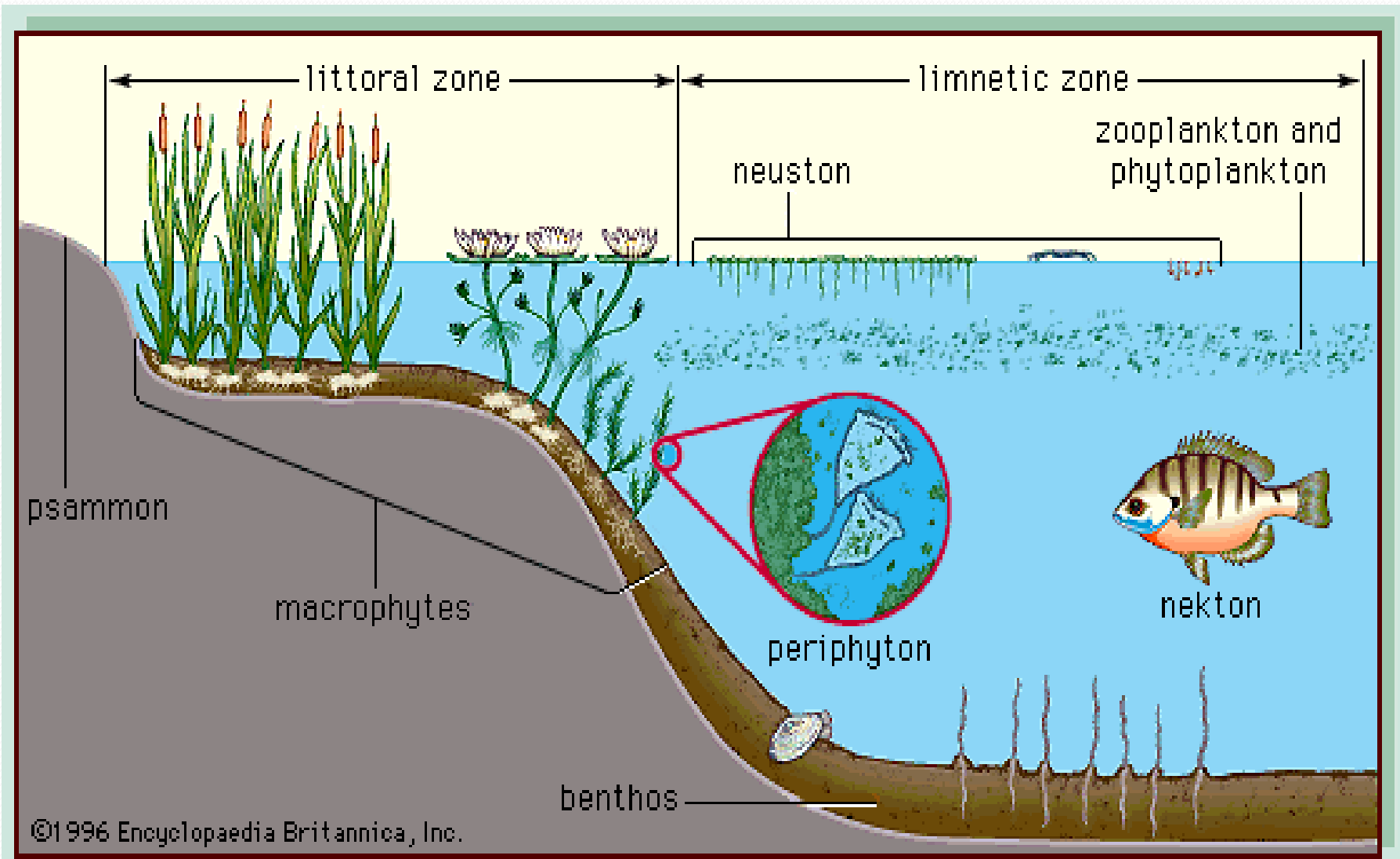
- Động vật ăn cỏ như động vật phù du, một số côn trùng dưới nước, một số loài cá, và ấu trùng/ấu trùng của động vật lưỡng cư
- Động vật ăn thịt là động vật ăn động vật ăn cỏ như côn trùng nước, ếch, rắn, cá, chim, v.v..
- Động vật ăn xác bả là động vật ăn động vật chết như ốc, tôm, giun, v.v..
- Sinh vật hoại sinh là vi khuẩn roi, nấm thường gặp trong nguồn nước và có rất nhiều dưới đáy ao phủ đầy thực vật và động vật chết.

Aquatic Ecosystem



(Bhateria and Jain, 2016)

Aquatic zonation



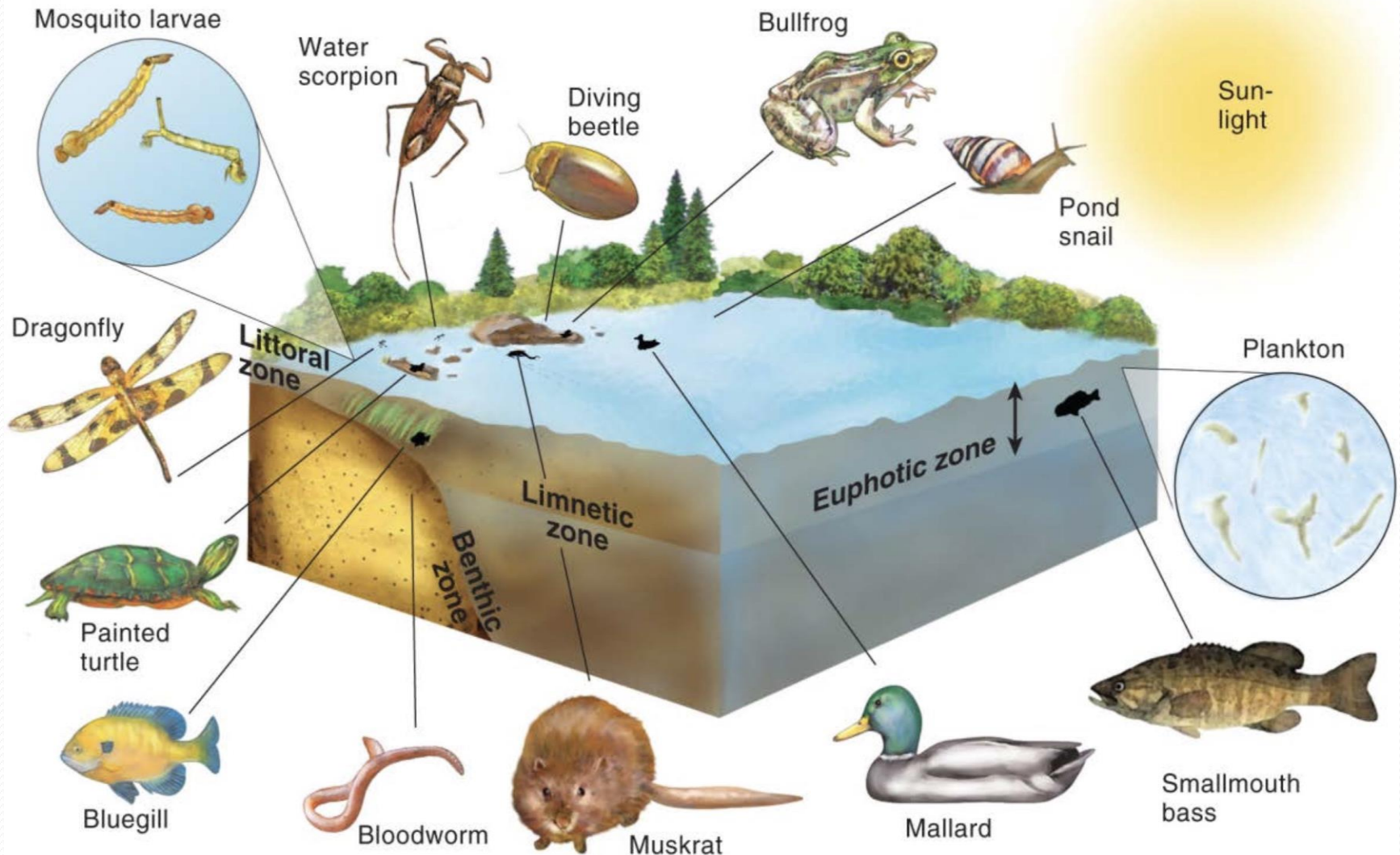
6. Mối quan hệ giữa sinh vật và môi trường của các thủy v

- Mối quan hệ giữa sinh vật và môi trường:
 - Nơi ở (sống, di chuyển, ẩn náu, sinh sản)
 - Nguồn thức ăn (Môi trường cung cấp thức ăn cho sinh vật, vật chất và năng lượng cho hệ thống)
- Mối quan hệ giữa sinh vật với sinh vật khác
- Đó là mối quan hệ về mặt truyền năng lượng theo chuỗi thức ăn
- Chuỗi thức ăn: trật tự các sự kiện trong hệ sinh thái, trong đó một sinh vật sống ăn sinh vật khác và sau đó sinh vật đó bị sinh vật lớn hơn tiêu thụ
- Lưới thức ăn: bao gồm tất cả các chuỗi thức ăn trong một hệ sinh thái. Mỗi sinh vật sống trong hệ sinh thái đều là một phần của nhiều chuỗi thức ăn

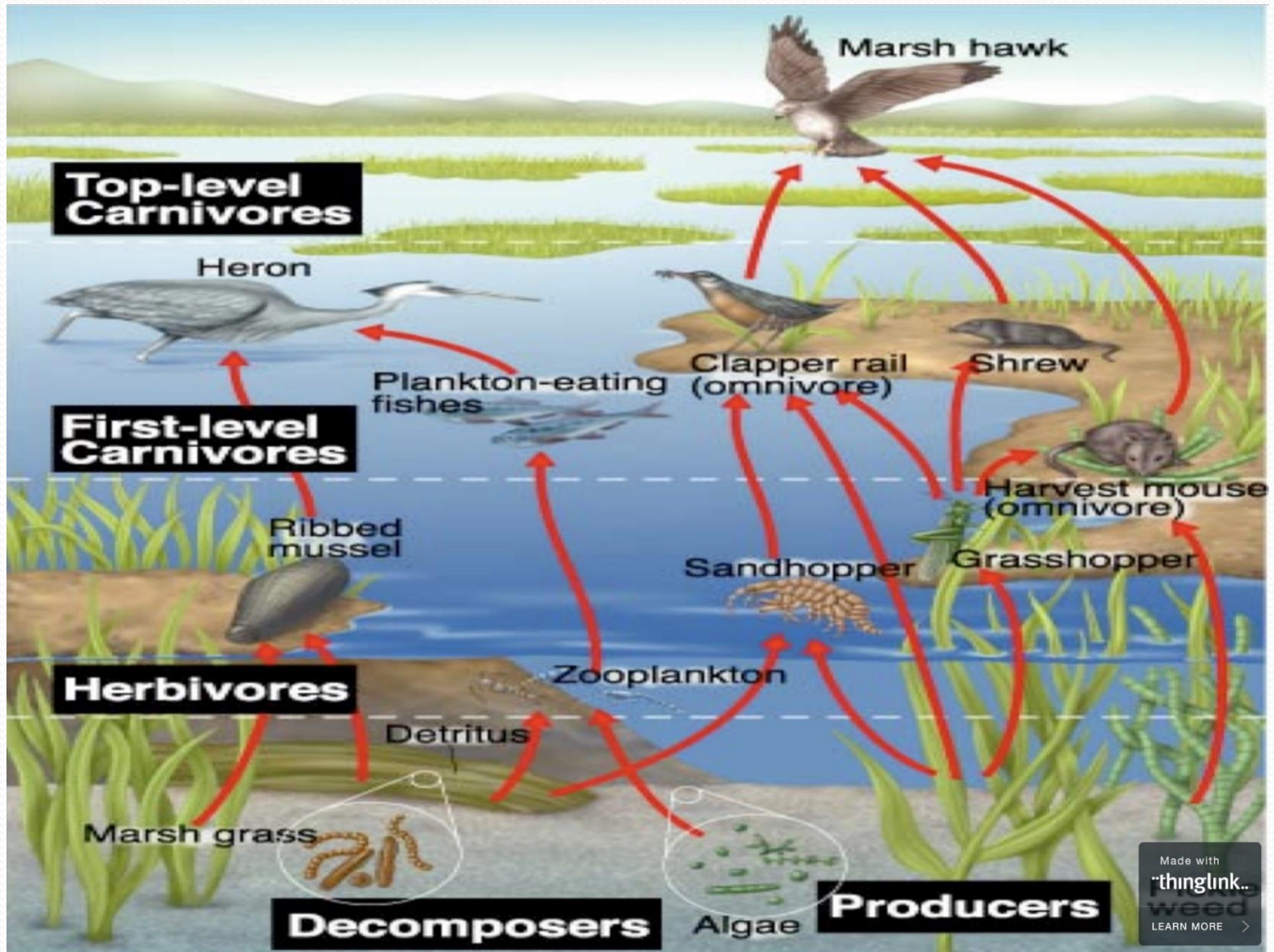
Từ mối quan hệ như vậy có thể tạo nên sự cân bằng trong hệ sinh thái tự nhiên

Mối quan hệ giữa sinh vật và các yếu tố phi sinh vật

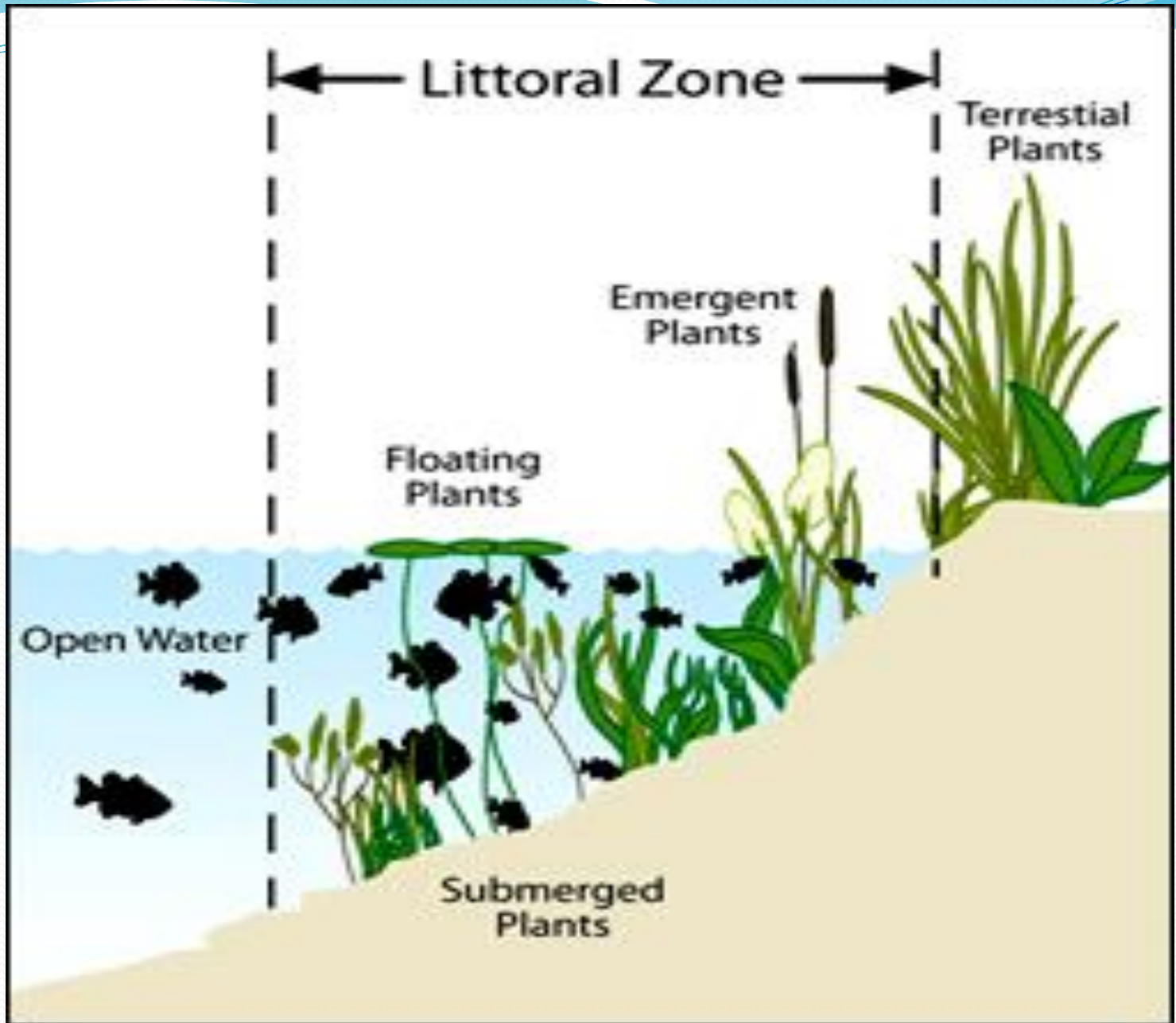
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



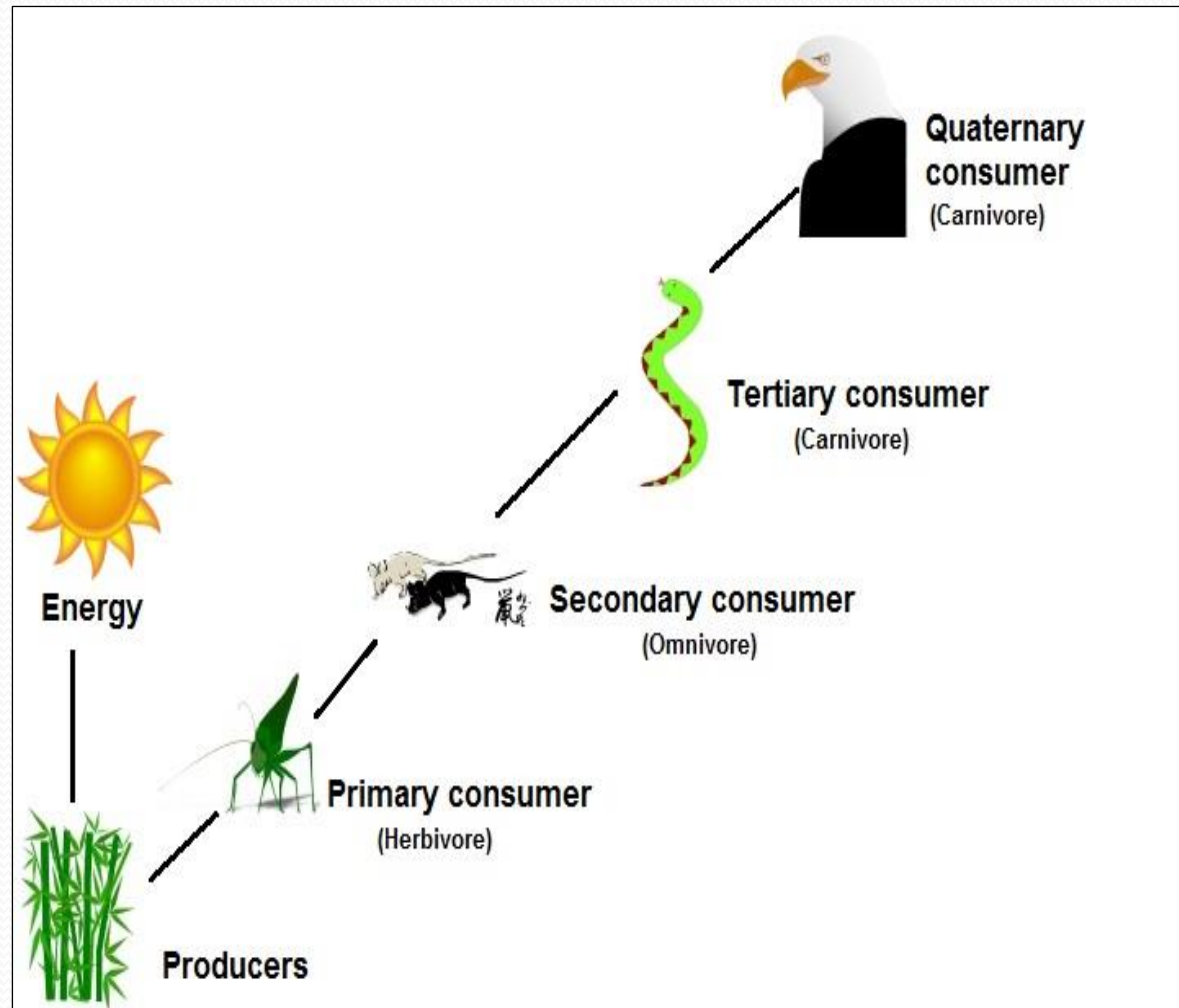
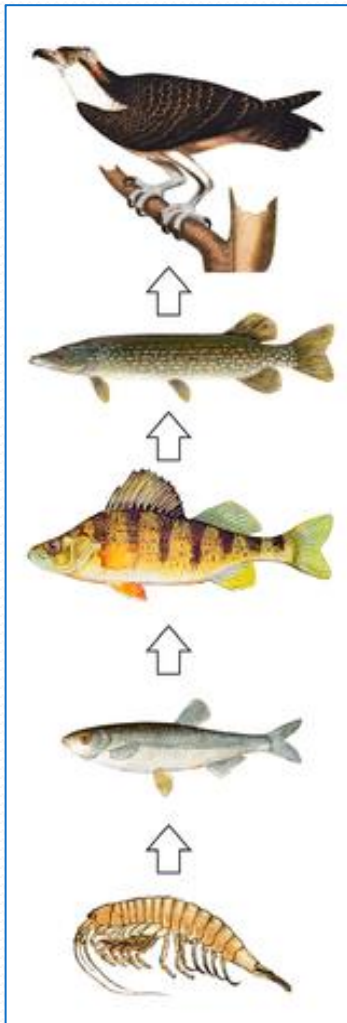
Energy transfer through the food chain



Distribution of water plants



Chuỗi thức ăn



Lưới thức ăn

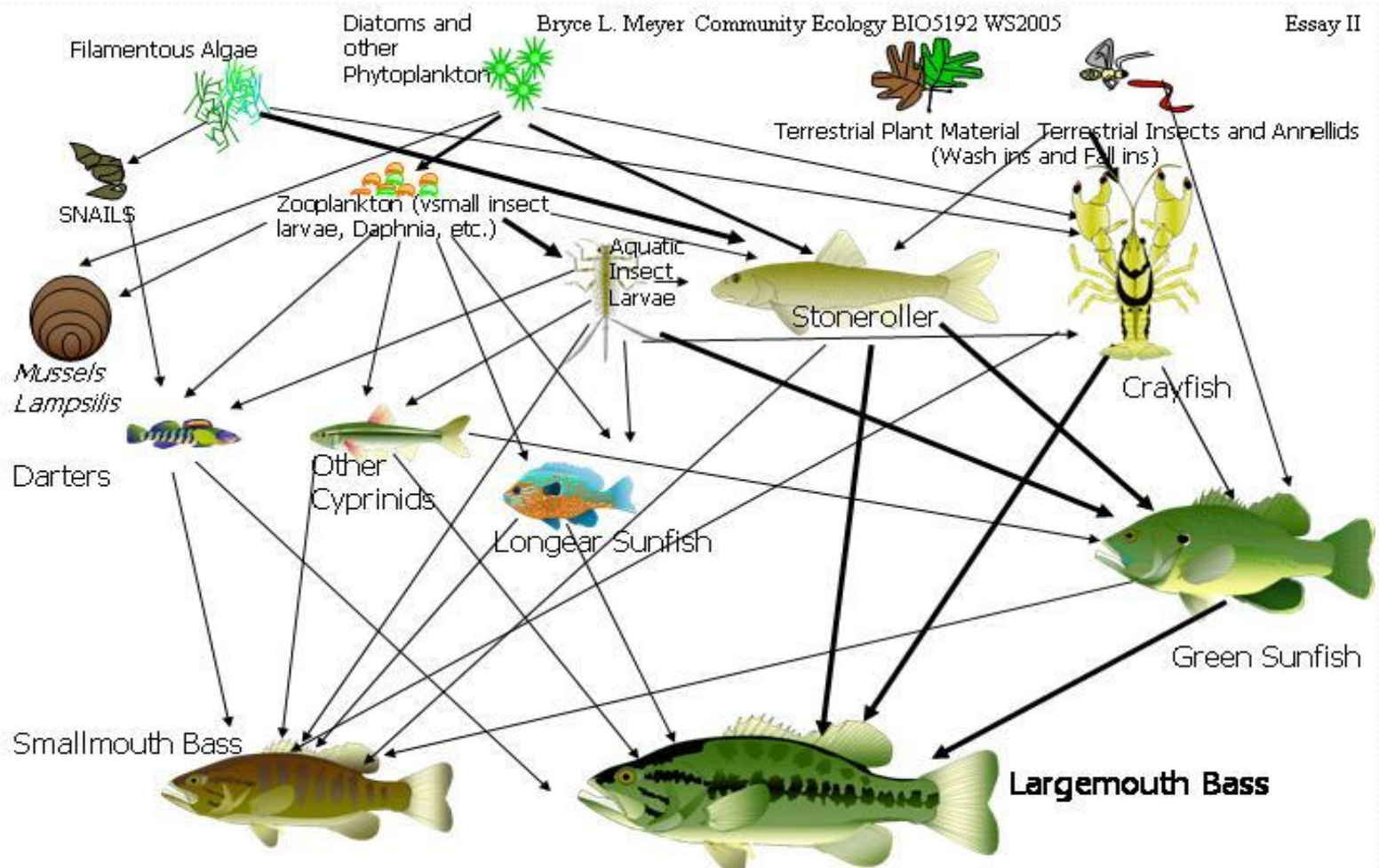


Figure #22: Simplified Food Web (Source Down) similar to Ozark Cool Water Low order Stream (or stream in heavy agriculture) example Dry Fork, Current Pre-Montauk Spring, etc. Largemouth is dominant top fish predator, though most common fish is the Stoneroller. Filamentous algae and Detritus are base nutrients. Darters, Suckers, other Minnows are in lower concentrations. Green Sunfish is most common sunfish. Terrestrial Birds (Ospreys, Herons), Mammals (Humans, Otters, Raccoons, Minks), and Reptiles (Turtles and Water Snakes) feed at all levels.

p. 27

Mô-đun

Mô-đun 1 Hệ sinh thái nước ngọt

Mô-đun 2 Quần xã ở khu nước tù

Mô-đun 3 Quần xã các khu nước động (có dòng chảy)

**Mô-đun 4 Sử dụng chỉ thị sinh học để phân tích và quan trắc
môi trường nước ngọt**

(



Mô-đun 2

Quản xã ở các khu nước tù

Hệ sinh thái thủy vực

Các loại hệ sinh thái thủy vực chủ yếu được xác định bởi độ mặn của nước.

- Độ mặn = lượng muối hòa tan có trong nước.
- Nước ngọt thường có độ mặn dưới 1.000 ppm (phần triệu) (<https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/saline-water-and-salinity>)

Hệ sinh thái nước ngọt bao gồm:

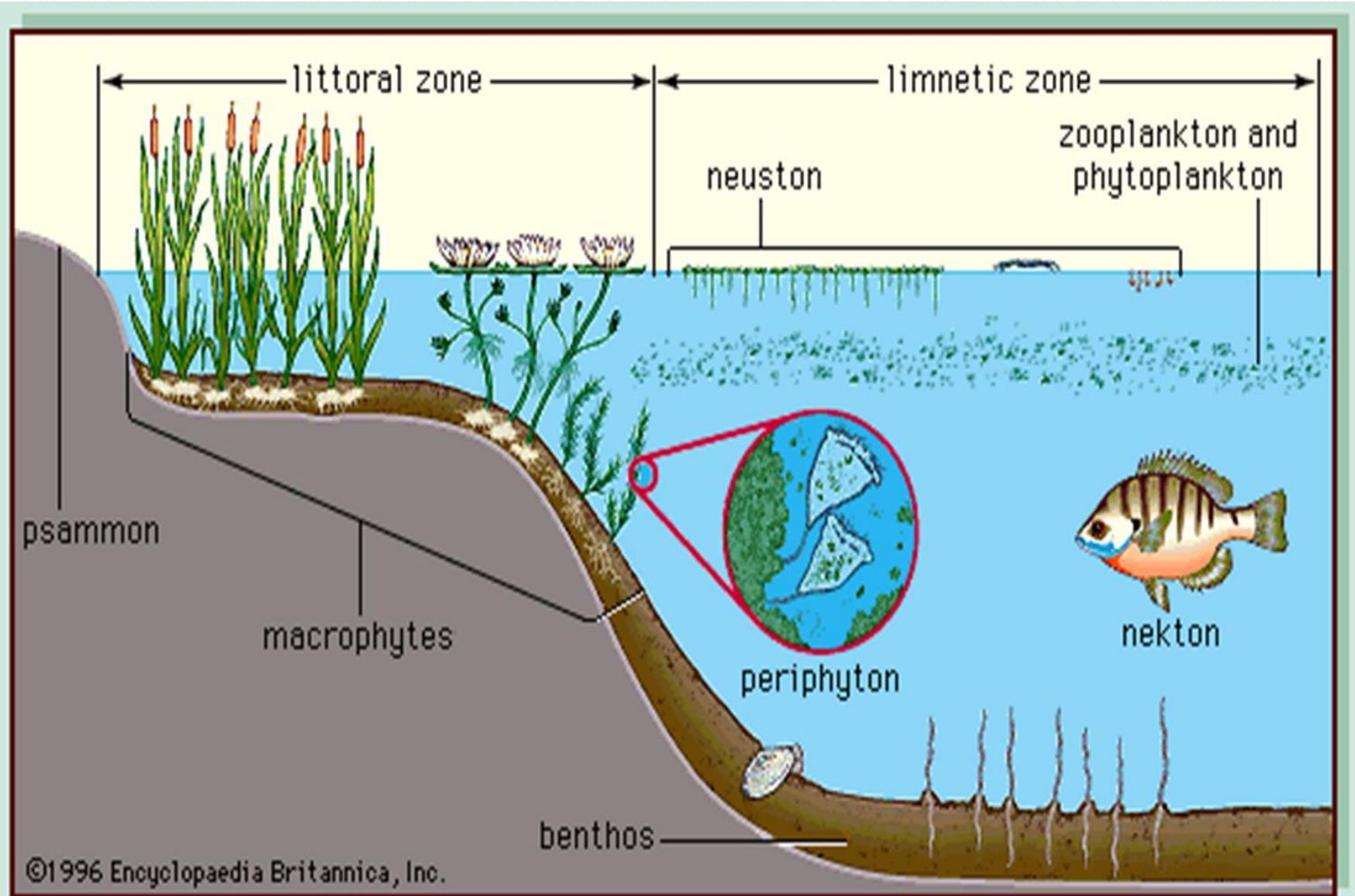
- nước ao hồ (tĩnh lặng)
- Nước sông suối (chuyển động)
- Đất ngập nước = diện tích đất được nước bao phủ định kỳ.

Các đặc điểm của hệ sinh thái thủy vực

Các thủy sinh vật được nhóm theo vị trí và sự thích nghi của chúng.

- Có 3 nhóm sinh vật chính trong hệ sinh thái nước ngọt:
- Sinh vật phù du - sinh vật nổi gần mặt nước
- Nekton – sinh vật bơi tự do
- Benthos – sinh vật sống ở đáy

Sinh vật sống trong hệ sinh thái nước tù



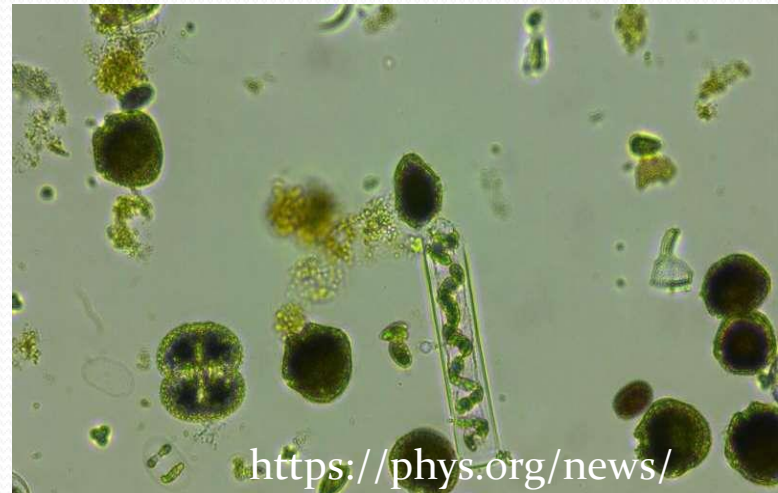
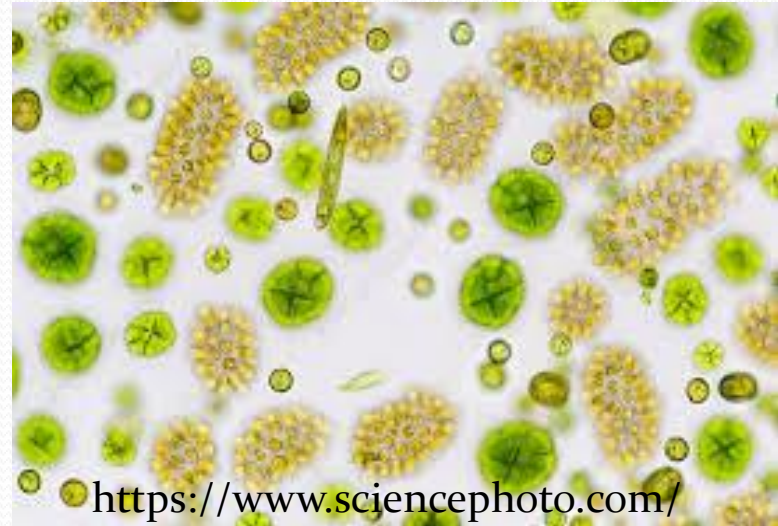
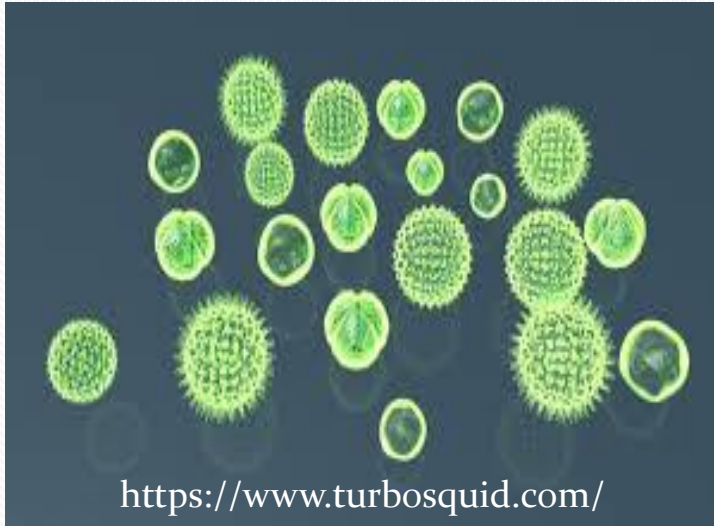
Phiêu sinh vật (phù du)

Các vi sinh vật nổi gần mặt nước. Hai loại sinh vật phù du chính là:

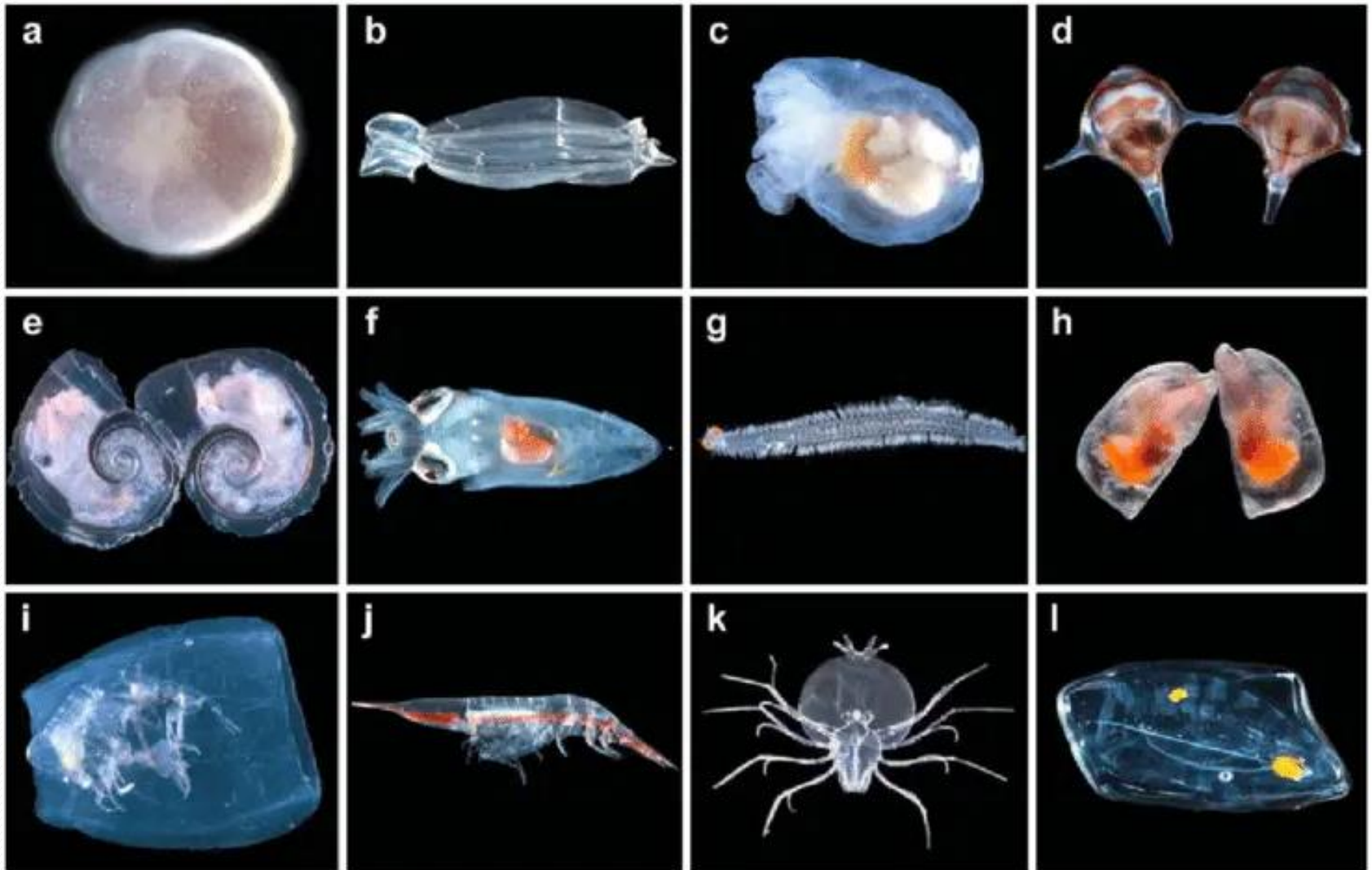
- Thực vật phù du – thực vật nhỏ tạo ra hầu hết thức ăn cho hệ sinh thái dưới nước
- Động vật phù du – động vật nhỏ, một số có kích thước đủ lớn để có thể nhìn thấy bằng mắt thường

Nhiều loài khác là ấu trùng của động vật thân mềm hoặc động vật giáp xác.

Đặc điểm của phiêu sinh vật (phù du)



Đặc điểm của động vật phiêu sinh

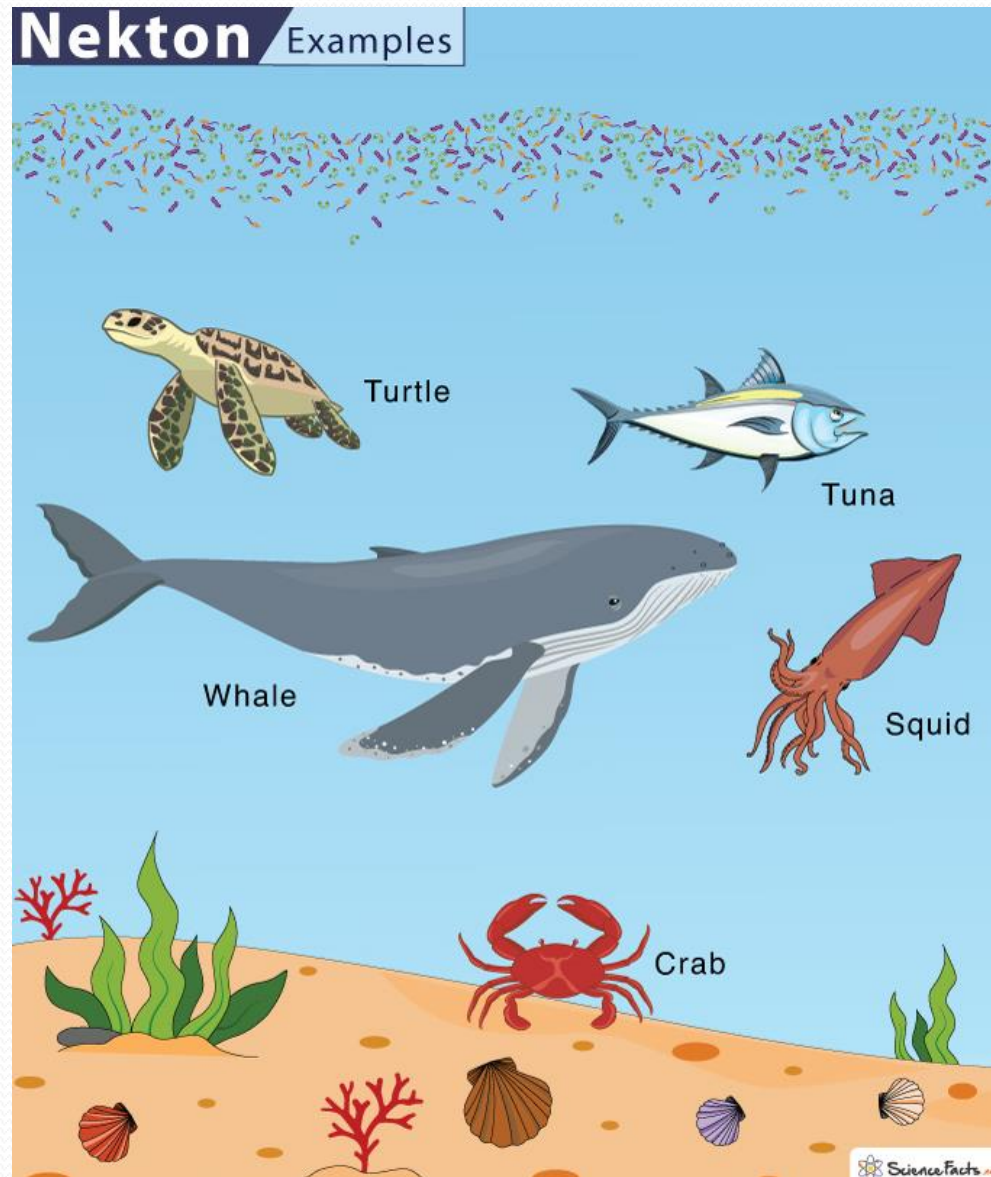


(Tsukamoto et al., 2009)

Thủy sinh vật bơi lội tự do

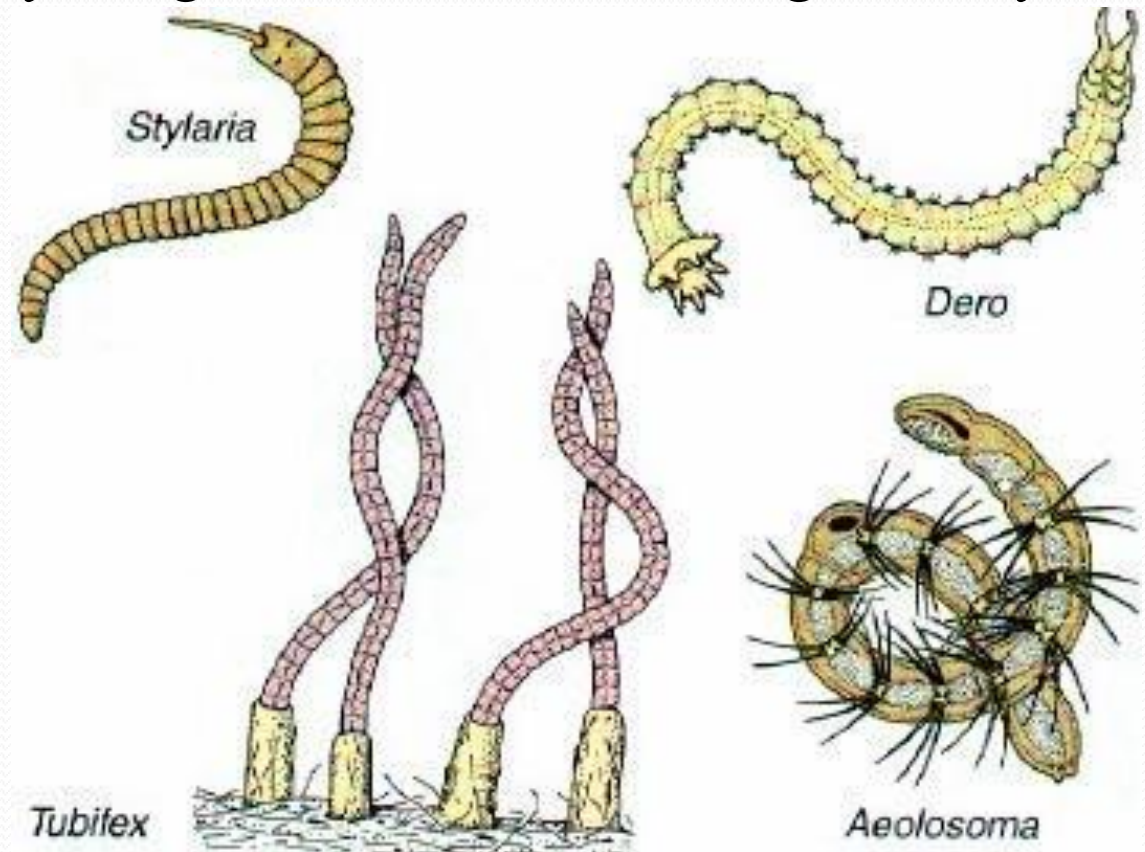
Sinh vật bơi tự do

- Cá, rùa, v.v.



Sinh vật sống ở đáy các nguồn nước

- Trai, giun, nhiều sinh vật hoại sinh.
- Nhiều sinh vật đáy sống bám vào bề mặt cứng của đáy



Lớp Oligochaets

Tảo nở hoa

- Một trong những tác động của hiện tượng phú dưỡng là tảo nở hoa do tích tụ quá nhiều chất dinh dưỡng.
- Tảo sử dụng các chất dinh dưỡng và phát triển nhanh chóng.
- Khi tảo phát triển và bao phủ hồ hoặc các tuyến đường thủy khác, ánh sáng mặt trời chiếu tới mặt nước bị ngăn lại.
- Cuối cùng, tảo cạn kiệt chất dinh dưỡng và chết đi.
- Tảo phân hủy làm cạn kiệt lượng oxy trong nước, tác động đến mọi sinh vật sống trong nước, nhiều lần dẫn đến cái chết của chúng.

Ví dụ về tảo nở hoa



<https://www.conserve-energy-future.com/causes-effects-solutions-algal-bloom.php>

Sự phát triển quá nhanh của thực vật ở Hong-Xeng channel, Vientiane Capital, Lao PDR



Bò tai tượng (Family Araceae)

Sự phát triển quá nhanh của thực vật ở Hong-Xeng channel, Vientiane Capital, Lao PDR



Lục bình

Mô-đun

Mô-đun 1 Hệ sinh thái nước ngọt

Mô-đun 2 Quần xã ở khu nước tù

Mô-đun 3 Quần xã các khu nước động (có dòng chảy)

**Mô-đun 4 Sử dụng chỉ thị sinh học để phân tích và quan trắc
môi trường nước ngọt**

(

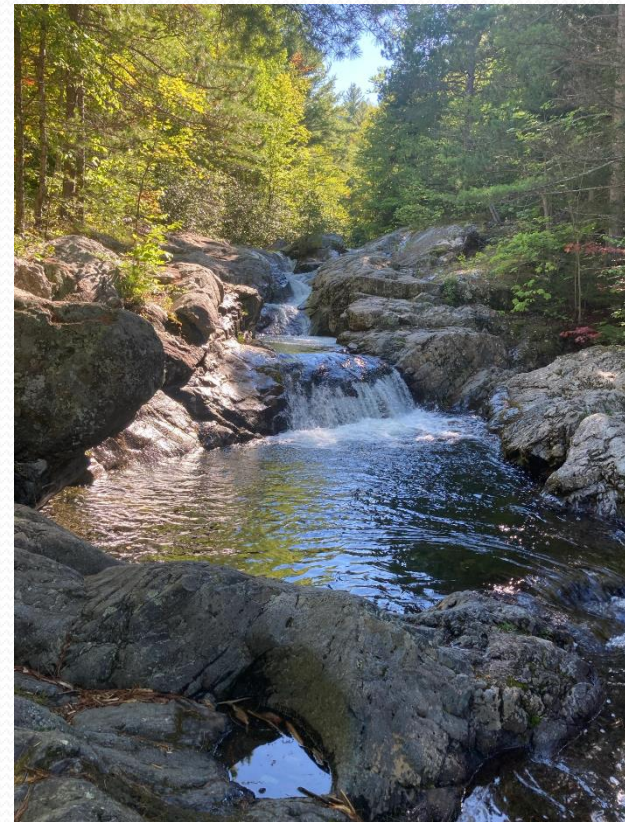
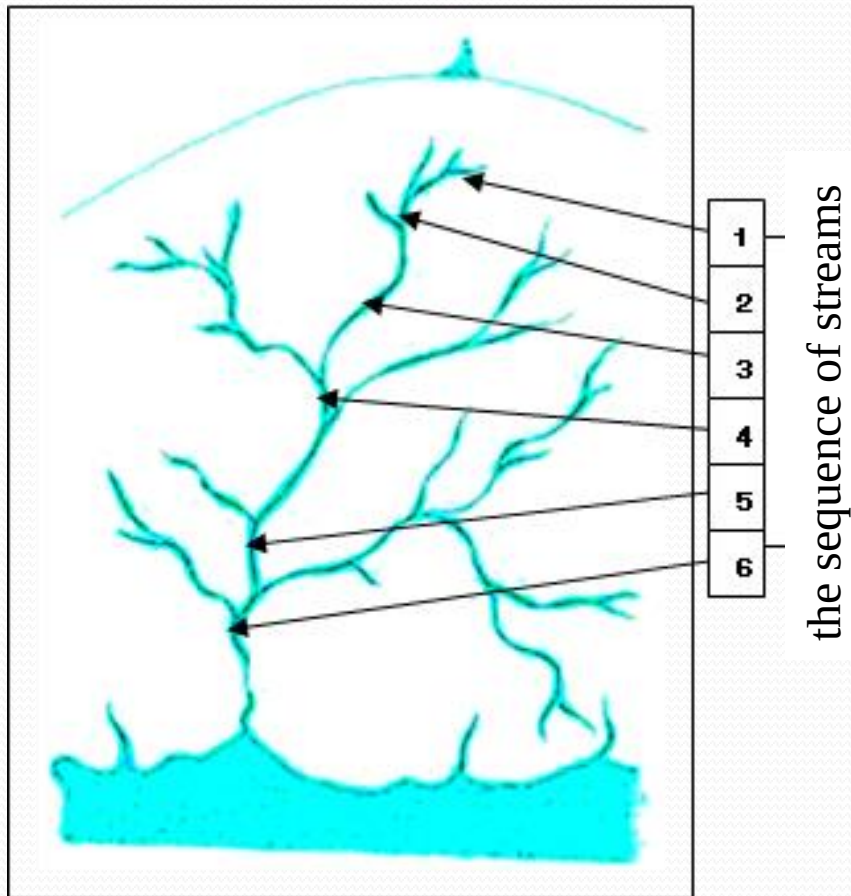


Mô-đun 3

Quần xã ở các khu nước động (có dòng chảy)

1. Loại thủy vực nước động

➤ Sông, suối, kênh, rạch v.v.



<https://hikinginmaine.blog/>

Hệ thống sông giống như những nhánh cây và dãy suối

Hệ sinh thái thủy vực nước động

Chia thành 2 phần:

- những nơi có dòng chảy mạnh như thác ghềnh, và
 - những nơi có nước sâu như hồ
- Hai phần này có liên quan về mặt sinh thái về mặt truyền năng lượng và chu trình dinh dưỡng:
- Các khu vực ghềnh có tốc độ sản xuất cao, có nhiều sinh vật sản xuất bám vào đá hoặc các vật thể dưới nước như tảo cát, rêu, v.v.
 - Vùng nước sâu là nơi các sinh vật chết tích tụ và phân hủy thành chất dinh dưỡng có thể quay vòng để sinh vật sản xuất sử dụng.

2. Đặc điểm hệ sinh thái nước động

- Vận tốc dòng chảy phụ thuộc vào độ dốc và thành phần nền đáy
 - Ở gần nguồn sông, nhìn chung vận tốc dòng chảy không vượt quá 50 cm/giây.
 - Nếu vận tốc > 50 cm/s thì nền phải cứng, nền đá hoặc mặt dưới nước phải là cát thô hoặc sỏi có đường kính lớn hơn 5 mm.
 - Nếu vận tốc < 50 cm/s, mặt nước sẽ chứa các hạt có đường kính nhỏ hơn 5 mm
 - Nếu dòng nước chảy chậm hơn thì sẽ có nhiều hạt lắng đọng hơn.
 - Dòng chảy giúp vận chuyển chất dinh dưỡng và chất thải từ nơi này sang nơi khác. Chất dinh dưỡng ảnh hưởng đến quá trình quang hợp
 - Ở thủy vực nước động, năng suất sơ cấp cao gấp 6-30 lần so với thủy vực nước tù.

2. Đặc điểm hệ sinh thái nước động (tt)

- Dọc theo chiều dài sông, nhiệt độ nước sẽ thay đổi
 - Ở khu vực thượng nguồn nhiệt độ thường thấp. Nhìn chung, ở suối khi tốc độ dòng chảy giảm thì nhiệt độ nước sẽ tăng dần; tuy nhiên, nhiệt độ phụ thuộc vào tốc độ, ánh sáng (bức xạ mặt trời thay đổi theo mùa), nhiệt độ không khí, gió, v.v.
 - Ở dòng suối hoặc dòng sông có bóng râm so với dòng suối hoặc dòng sông hoàn toàn không có bóng râm, nhiệt độ mặt nước thay đổi rất nhiều, điều này cũng ảnh hưởng đến các sinh vật sống trong nguồn nước đó.
- Hệ sinh thái nước động có hàm lượng oxy hòa tan cao hơn Hệ sinh thái nước tù
 - Động vật thủy sinh sống ở vùng nước động cần lượng oxy hòa tan cao và không chịu được thiếu oxy

2. Đặc điểm hệ sinh thái nước động (tt)

- Hầu hết các loài ở hệ sinh thái nước động đều nhận được một phần năng lượng từ các sinh vật sản xuất trên cạn. Do sản lượng sơ cấp trong lưu vực sông thường vận chuyển từ thượng nguồn ra cửa sông.
- Vì vậy, sinh vật tiêu thụ chính trong hệ sinh thái nước động là động vật ăn các chất hữu cơ đang phân hủy như cành cây, cuống lá, lá rơi trên mặt nước.

3. Quần xã sinh vật nước động và sự thích nghi của chúng

- Hệ sinh thái dòng chảy bao gồm môi trường sống và sinh vật bao gồm thực vật và động vật.
- Các sinh vật đã tiến hóa và thích nghi với môi trường sống dưới nước qua hàng triệu năm. Tài nguyên nước cung cấp thức ăn, nước uống, môi trường sống và không gian cho động vật và thực vật tồn tại.
- Đa dạng sinh học trong nước rất phong phú và đa dạng
- Từ tảo, với tư cách là sinh vật sản xuất sơ cấp, đến sinh vật tiêu thụ cấp ba (Cá lớn) đến sinh vật tiêu thụ trung gian như động vật phù du, cá nhỏ, côn trùng thủy sinh và động vật lưỡng cư.
- Có nhiều động vật và thực vật sống dưới nước trong tất cả các giai đoạn của cuộc đời, chẳng hạn như cá; trong khi các loài khác như cóc, ếch chỉ có thể sống dưới nước trong giai đoạn đẻ trứng và ấu trùng (nòng nọc).

3.1. Quần xã của khu vực nước động

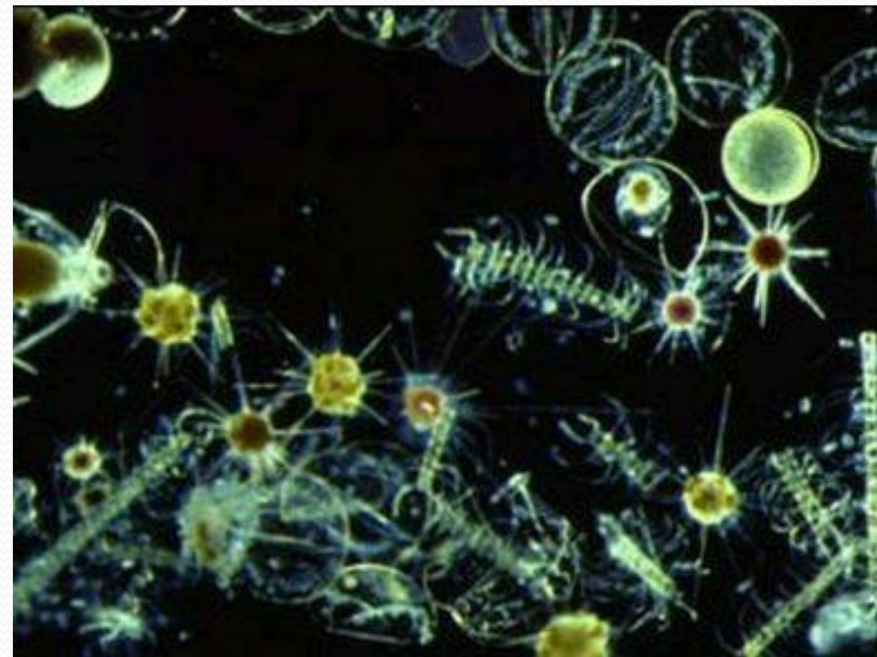
Có 3 nhóm chính:

- Plankton - Sinh vật phù du - sinh vật nổi gần mặt nước
- Nekton – những sinh vật bơi tự do như côn trùng nước, cá, ếch, v.v.
- Benthos - sinh vật sống ở đáy như giun, trai, cua, v.v.

Sinh vật phù du - vi sinh vật nổi gần mặt nước

Hai nhóm sinh vật phù du chính là:

- **Thực vật phù du**—thực vật cực nhỏ tạo ra hầu hết thức ăn cho hệ sinh thái dưới nước



<https://www.marinespecies.org/>

- **Động vật phù du - động vật cực nhỏ, một số có kích thước đủ lớn để có thể nhìn thấy bằng mắt.**
- Nhiều loài khác là ấu trùng của động vật thân mềm thủy sinh hoặc động vật giáp xác.



Sinh vật bơi tự do (Nekton)

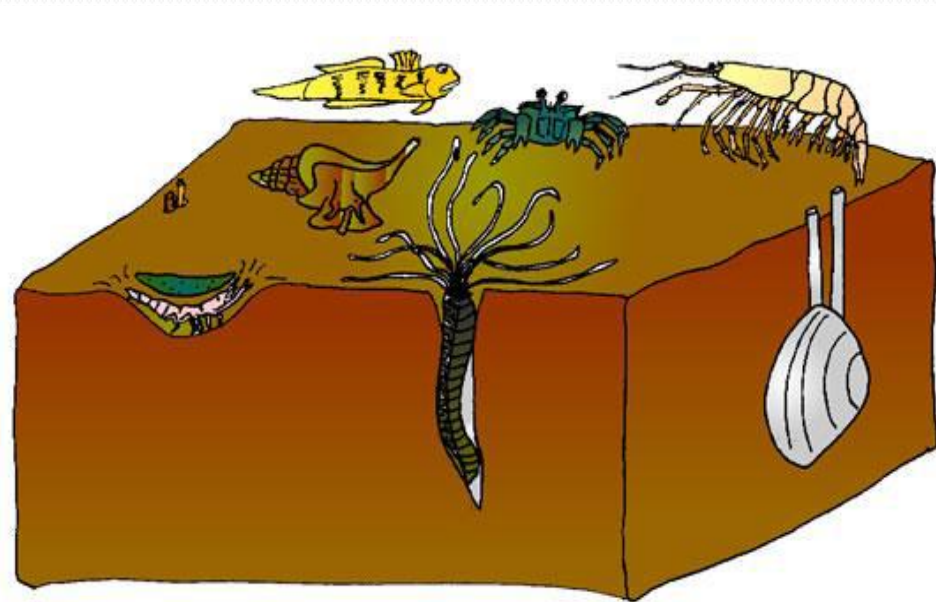
Cá, côn trùng nước, v.v..



<https://www.thoughtco.com/fish-profile>

Benthos - sinh vật sống ở đáy

- Trai, giun, nhiều sinh vật hoại sinh.
- Nhiều sinh vật đáy sống bám vào bề mặt cứng của đáy



3.2. Sự thích nghi của các sinh vật ở khu vực nước động

1. Có rất nhiều sinh vật bám vào bề mặt các vật liệu dưới nước như bọt biển, tảo cát và rêu. những sinh vật này sinh sản và phát triển trên gỗ, đá, nền đá, v.v.
2. Nekton thường có móc hoặc miếng hút để bám vào bề mặt đồ vật trong nước
3. Một số loài có tổ bằng mạng và dùng làm lưới bẫy thức ăn
4. Một số loài như trai, giun thích bám và chui xuống đáy nước

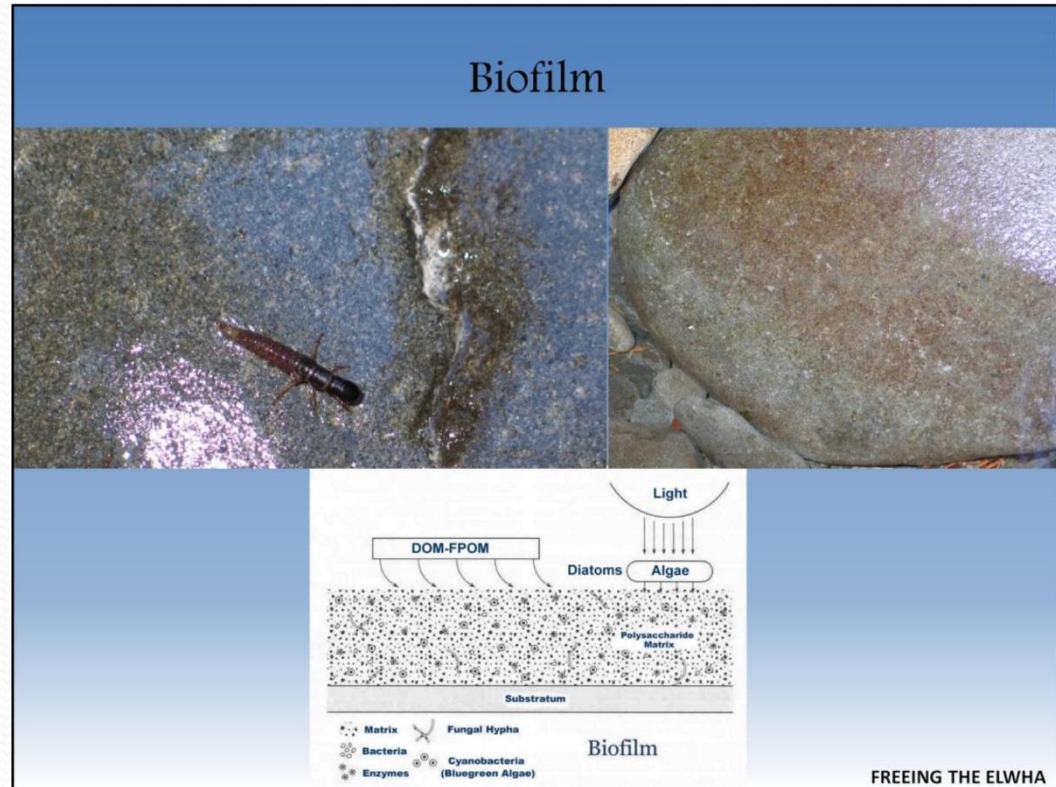
- 
5. Sinh vật nước động có hình dạng tròn từ trước ra sau làm giảm sức cản của dòng điện
 6. Một số thích bám và di chuyển trên đá, thường có thân hình phẳng.
 7. Một số loài có chất nhớt ở bên ngoài cơ thể để làm giảm sức cản của dòng nước và sóng cũng như tăng khả năng bơi lội như cá và các động vật thủy sinh khác
 8. Tập tính trèo, bò là một dạng thích nghi khác của sinh vật trong hệ sinh thái dưới nước, đặc biệt là những sinh vật sống gần nước hoặc các vật thể ven sông, suối.
 9. Một số loài có cơ chế trao đổi nước và khoáng chất với các cơ quan nội tạng và có nhiều loài có thể điều chỉnh hô hấp qua các cơ quan cụ thể như mang, khí quản, v.v..



10. Các sinh vật cũng thích nghi dựa trên hành vi kiếm ăn, còn được gọi là Nhóm cho ăn chức năng, bao gồm màng sinh học, loài ăn cỏ/loài ăn đáy, loài ăn lọc và Động vật ăn thịt.

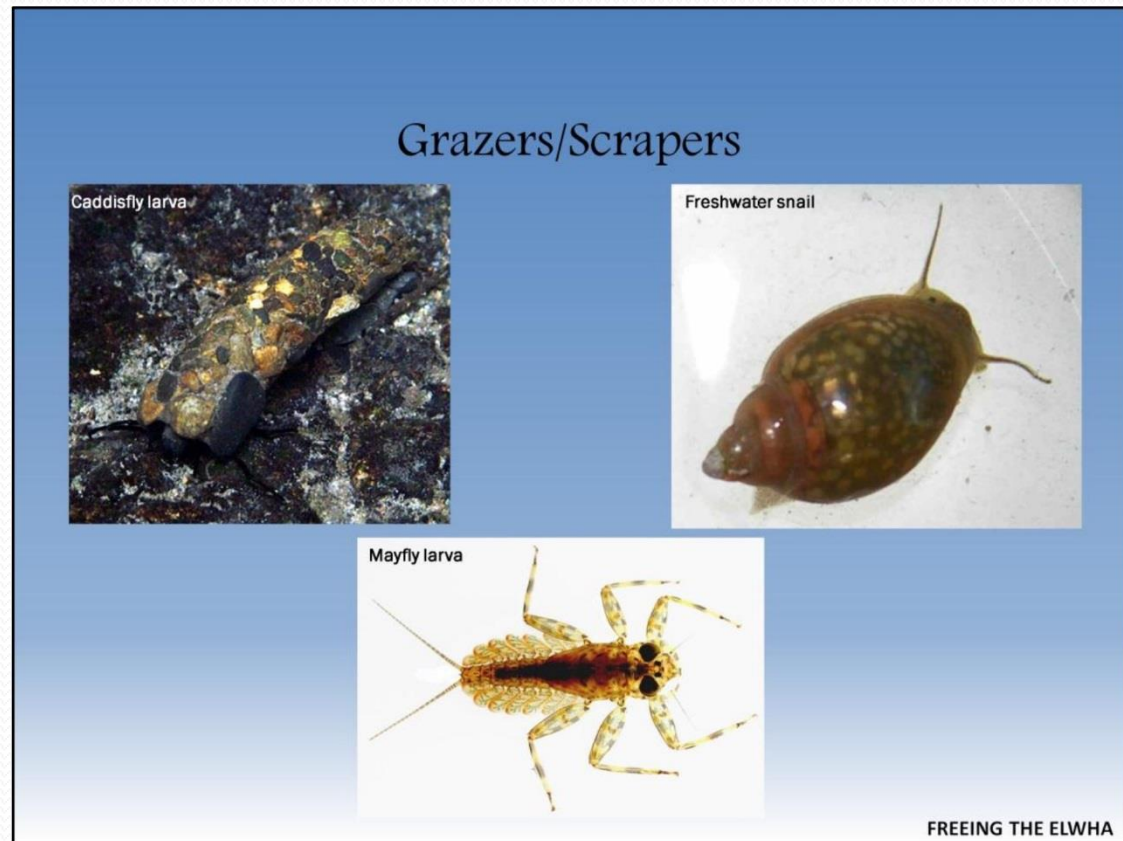
Màng sinh học

Màng sinh học bao gồm một cộng đồng phức tạp gồm tảo, vi khuẩn, nấm và động vật nguyên sinh sống trong một ma trận dịch tiết bám dính trên các bề mặt rắn như đá và thảm thực vật thủy sinh. Tảo (chất màu nâu đỏ trên đá phía trên) thực hiện quá trình quang hợp. Tảo tiết ra các chất để nuôi vi khuẩn, nấm và các sinh vật đơn bào. Ngoài ra, sự tích tụ mảnh vụn và các vật liệu hữu cơ khác được giữ lại trong ma trận dịch tiết cung cấp các nguồn thực phẩm khác.



Sinh vật ăn cỏ và bọ nhảy

Sinh vật ăn cỏ và bọ nhảy là động vật chuyên kiếm ăn trên các lớp màng sinh học. Chúng sử dụng phần miệng cào để cạo màng sinh học và tảo ra khỏi đá và thảm thực vật. Ruồi caddis sống trong nền đá tạo ra vỏ bảo vệ từ những viên đá nhỏ được kết dính với nhau bằng tơ và nước bọt.



Sinh vật ăn xé

Sinh vật ăn xé di chuyển dưới đáy suối để tìm kiếm thực vật đã rơi xuống nước. Sử dụng phần miệng của mình, chúng xé lá khi ăn. Một số, như ấu trùng ruồi caddisfly, thậm chí còn sử dụng những mảnh lá vụn đó để làm vỏ bảo vệ.

Shredders

Caddisfly larva



Crane fly larva



Caddisfly Larva



Mayfly Larva



FREEING THE ELWHA

Các loài thu /lượm

Một nhóm côn trùng thủy sinh khác là loài thu lượm. Những loài côn trùng này chủ yếu di chuyển dưới đáy suối để tìm kiếm các sinh vật chết, mảnh vụn hoặc các mảnh thức ăn khác mắc kẹt giữa các tảng đá hoặc trong vực sâu.

Collector/Gatherers

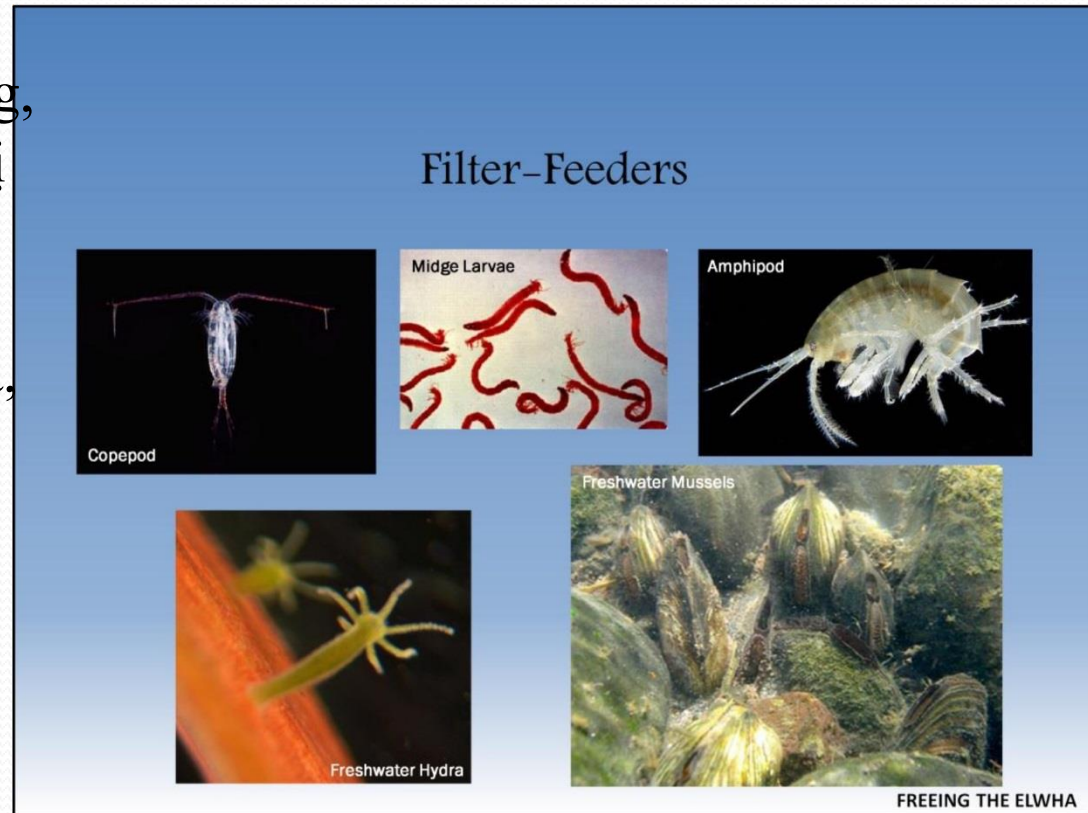


FREEING THE ELWHA

Các loài ăn lọc

Các loài ăn lọc có thể bơi trong nước hoặc đưa cuống xuống phía dưới để lọc các hạt trôi theo dòng nước. Thông thường, đây là những mảnh thực vật bị xé toạc bởi máy nghiền hoặc những dải màng sinh học nhỏ bị sinh vật ăn nạo đánh bật ra, sau đó được đưa xuống hạ lưu theo dòng nước. Ngoài ra, mảnh vụn từ thực vật và động vật mục nát cũng cung cấp nguồn thức ăn.

Một số loài ăn lọc, như hydra và amphipod thực chất là loài săn mồi, ăn các sinh vật sống trôi dạt ngang qua.



<https://www.nps.gov/olym/learn/education/upload/Functional-Feeding-Groups.pdf>

Sinh vật săn mồi

Một số loài động vật không xương sống là loài săn mồi ở cả giai đoạn ấu trùng và trưởng thành trong cuộc đời của chúng. Bọ nước và ấu trùng chuồn chuồn là những kẻ săn mồi nguy hiểm đối với các loài côn trùng thủy sinh như nòng nọc và thậm chí cả cá nhỏ. Khi trưởng thành, chúng tiếp tục tìm kiếm con mồi bằng cách bơi dưới nước như bọ nước hay bay thẳng trên mặt nước như chuồn chuồn.

Predators



Water beetle larva



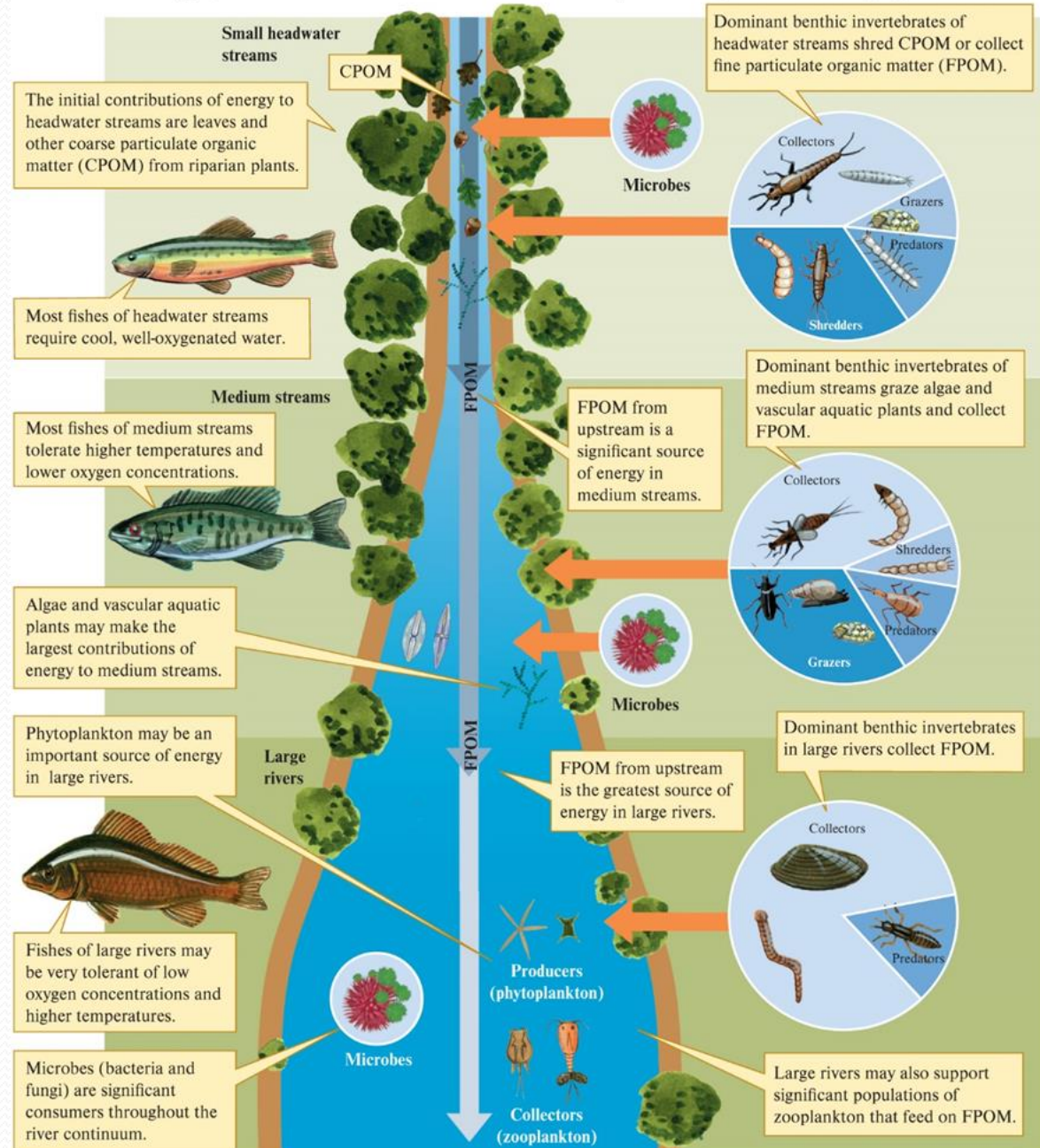
Adult dragonfly



FREEING THE ELWHA

The River Continuum Concept

Copyright © McGraw-Hill Education. Permission required for reproduction or display.



Mô-đun

Mô-đun 1 Hệ sinh thái nước ngọt

Mô-đun 2 Quần xã ở khu nước tù

Mô-đun 3 Quần xã các khu nước động (có dòng chảy)

**Mô-đun 4 Sử dụng chỉ thị sinh học để phân tích và quan trắc
môi trường nước ngọt**

(

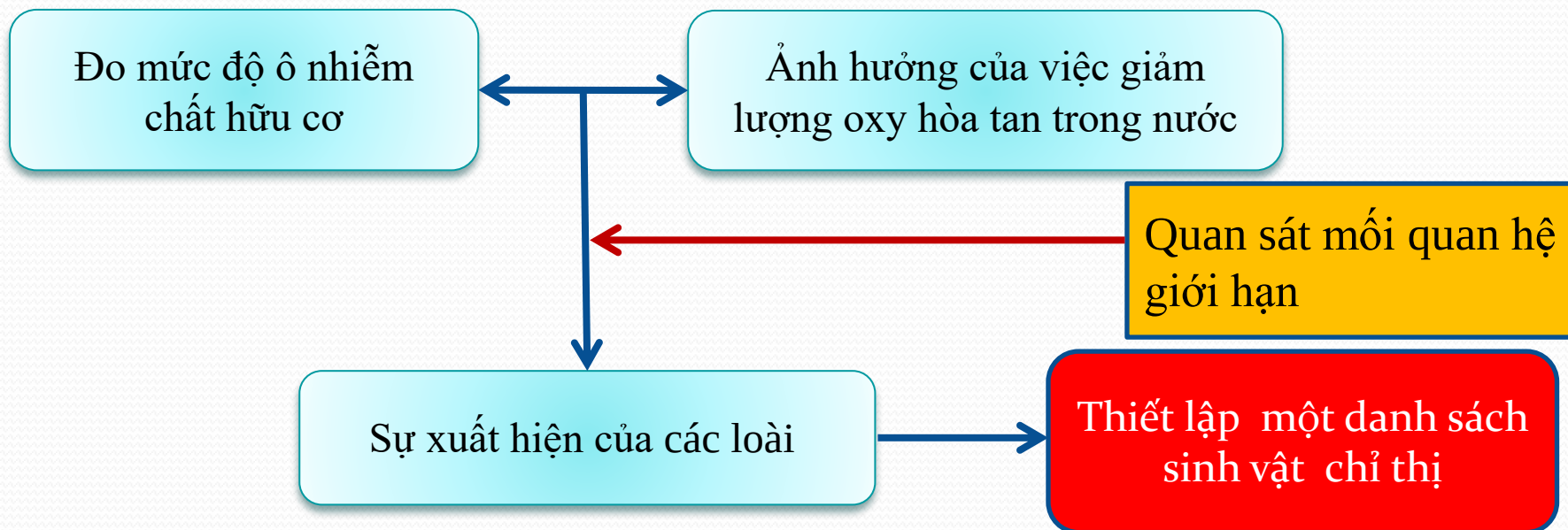
Mô-đun 4

**Sử dụng chỉ thị sinh học để
phân tích và quan trắc
môi trường nước ngọt**

1. Cơ sở sử dụng chỉ thị sinh học cho chất lượng nước

Nó đã được sử dụng hơn 100 năm, ví dụ ở châu Âu khái niệm chỉ thị sinh học đã được chấp nhận đó là khái niệm của Kolkwitz và Marsson (1908, 1909). Trên thực tế, Hướng dẫn của Châu Âu 2000/60/EC (Nghị viện và Hội đồng Châu Âu, 2000) đã thiết lập một khuôn khổ cho hành động chung trong chính sách trong lĩnh vực nước, trong đó giải thích rằng tình trạng của một thủy vực phải được đánh giá dựa trên thành phần hóa học và trạng thái sinh thái.

- Sơ đồ ví dụ về khái niệm chỉ thị sinh học để đánh giá mức độ ô nhiễm trong thủy vực



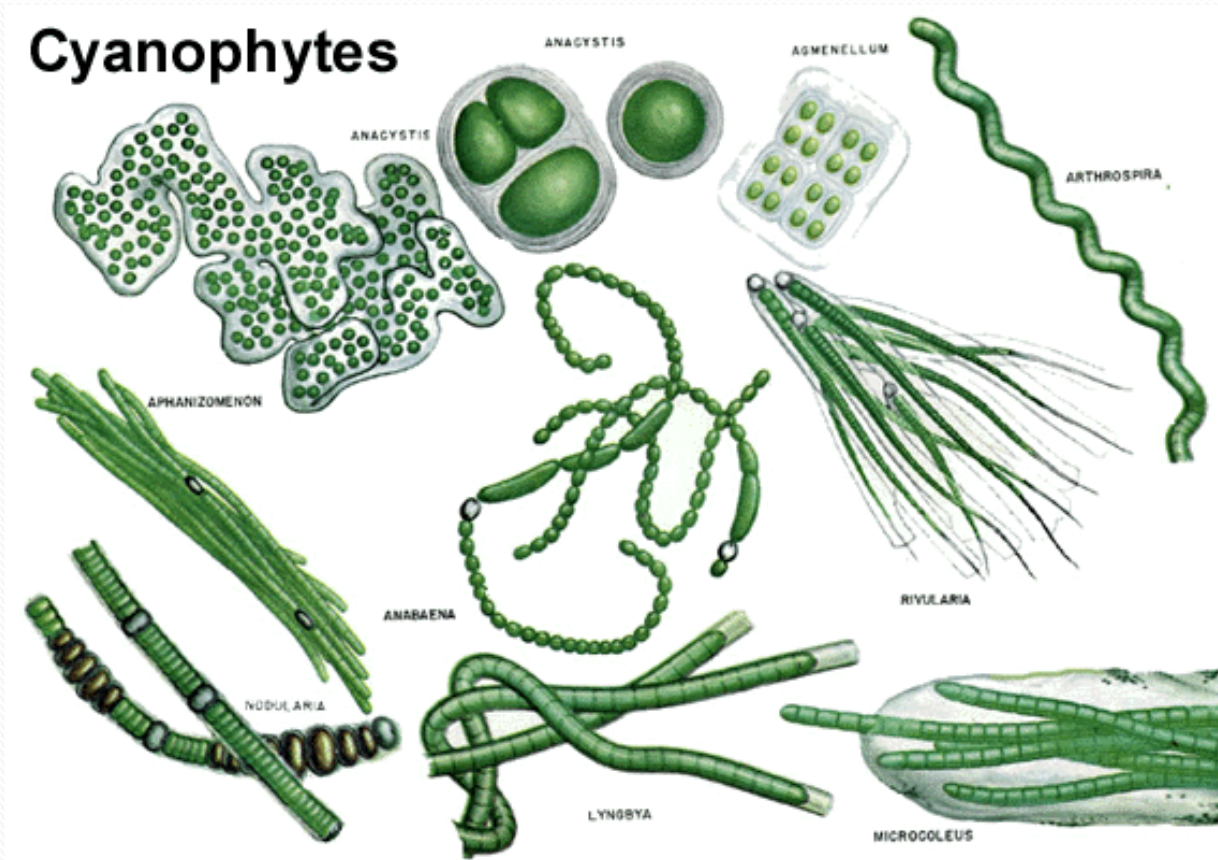
2. Chỉ thị sinh học

2.1. Định nghĩa chỉ thị sinh học

- Nó sử dụng các sinh vật sống ở đó như cá, động vật không xương sống vĩ mô đáy, thực vật phù du, động vật phù du, rêu, tảo và các sinh vật thủy sinh khác để đánh giá trực tiếp
- Đặc điểm của các chỉ thị sinh học thích hợp để quan trắc là :
 - 1) Là sinh vật nhạy cảm/dễ bị tổn thương và có thể chịu đựng, có thể được sử dụng để cảnh báo về các mức độ thay đổi khác nhau
 - 2) Có rất nhiều và phân bố khắp nguồn nước
 - 3) Có thể sử dụng để đánh giá trong suốt quá trình
 - 4) Thu thập và phân tích dữ liệu với chi phí thấp

2.2. Đại diện một số nhóm sinh vật thủy sinh có thể dùng làm chỉ thị sinh học

1) Thủy sinh thực vật



2) Động vật phiêu sinh/bọ nước



(Berzins, 1963)



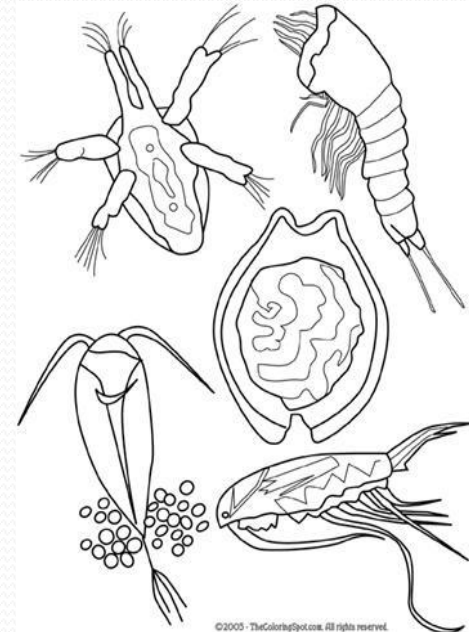
<https://micro.magnet.fsu.edu/>



Bosmina sp. (photo by Tom Adams.)



<https://extension.missouri.edu/>



<https://lightupyourbrain.com/>

3) Động vật không xương sống cỡ lớn



4) Động vật lưỡng cư

Types of Amphibians

Frog



Salamander



Toad



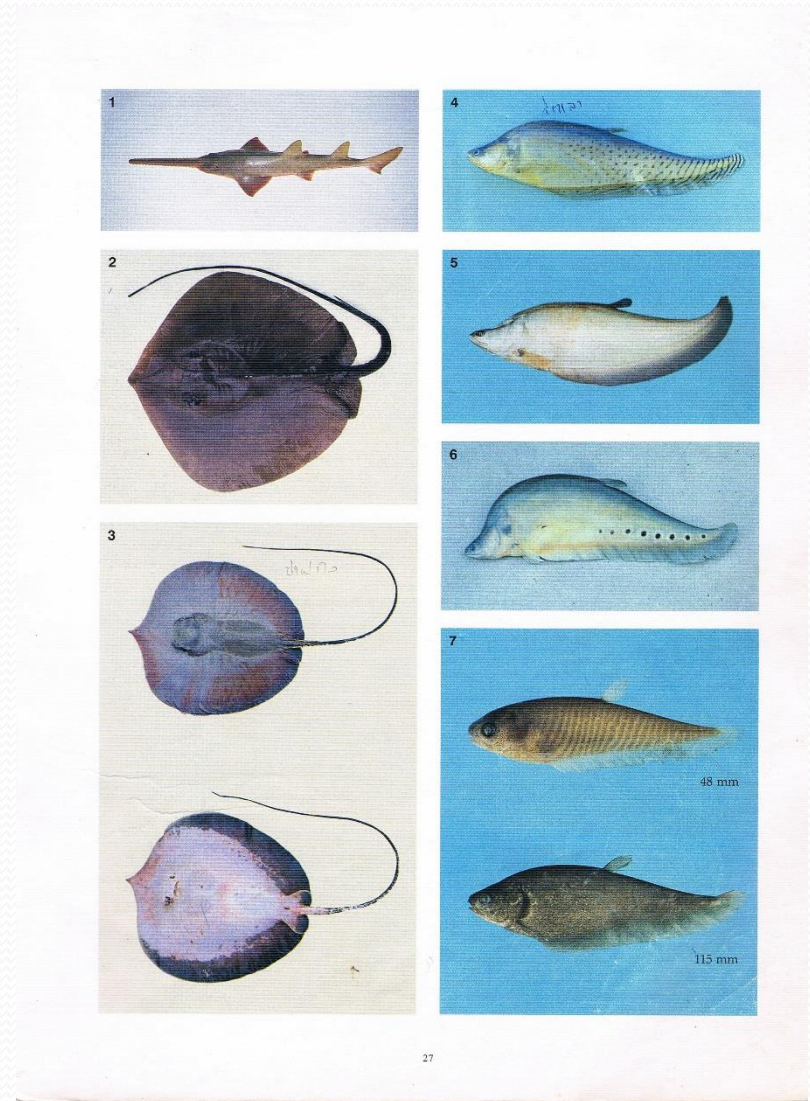
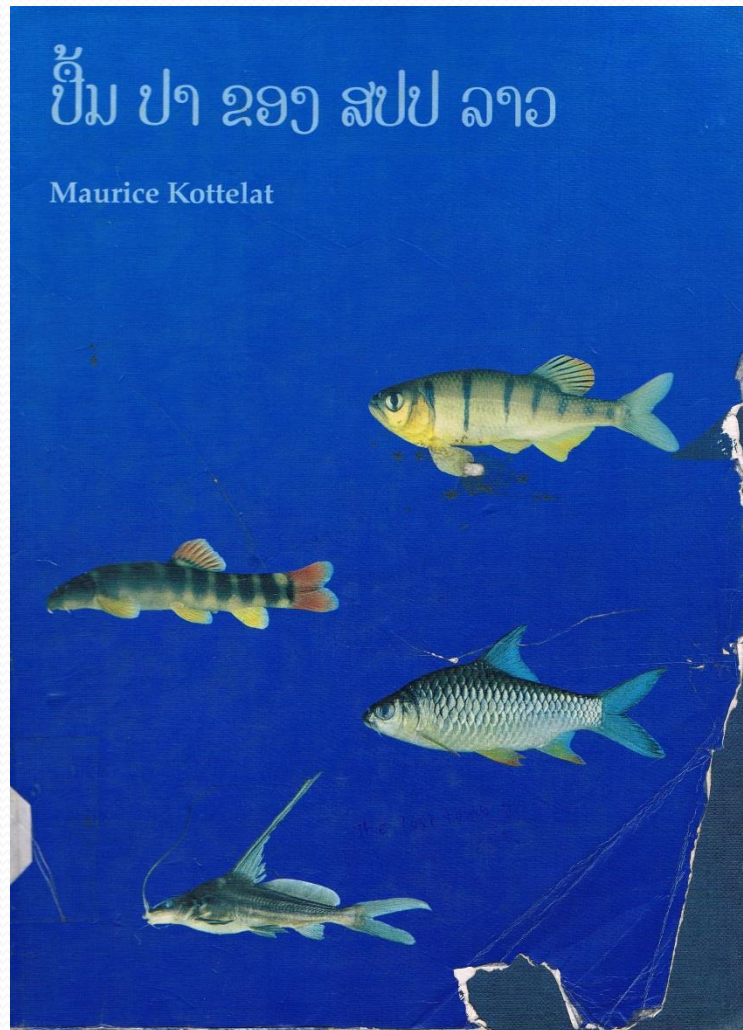
Caecilian



Newt



5) Các loài cá



3. Định nghĩa và lý do sử dụng chỉ thị sinh học

3.1. Định nghĩa quan trắc hệ sinh thái

- ❑ Sử dụng các chỉ thị sinh học để đánh giá sự thay đổi môi trường tại các khu vực/điểm được chỉ định dọc theo các nguồn nước khác nhau, sau đó đưa kết quả quan trắc vào xem xét trong kế hoạch cải thiện, quản lý hoặc sử dụng nguồn nước của các bên liên quan
- ❑ Các phương pháp hiện nay bao gồm việc sử dụng các thông số sinh học, vật lý và hóa học trong đánh giá và quản lý tài nguyên nước. Vì mỗi loại tham số có thể cung cấp những thông tin khác nhau

3.2. Tại sao phải có quan trắc sinh học?

- Quan trắc sinh học được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới để đánh giá tình trạng sinh thái (sức khỏe) của nguồn nước
- Phân tích chất lượng nước và quan trắc nguồn nước bằng các thông số lý hóa chưa thể bao quát hết, đầy đủ và/hoặc không phù hợp
- Các chỉ số sinh học có thể:
 - Chỉ ra sự ô nhiễm, tác động của các sự kiện cả trong quá khứ và hiện tại
 - Nó có thể phát hiện một số tác dụng mà các phương pháp phân tích hóa học tiêu chuẩn không thể phát hiện được

Ví dụ: axit công nghiệp thải ra sông có thể làm thay đổi độ pH trong vài giờ và nếu chúng ta kiểm tra vào ngày hôm sau, chúng ta sẽ thấy độ pH bình thường, không thể phát hiện được gì bằng phân tích hóa học. Nhưng có thể cá (như một chỉ thị sinh học) đã chết hoặc biến mất.

3.2. Tại sao phải có quan trắc sinh học? (tt)

Kiểm tra chất lượng nước bằng các thông số vật lý và hóa học là một thử nghiệm nhanh cho bạn biết giá trị cụ thể dựa trên điều kiện thời gian được kiểm tra tại một điểm cụ thể (như chụp ảnh bằng camera)

- Kiểm tra sinh học không chỉ chỉ ra các sự kiện hiện tại mà còn có thể chỉ ra các sự kiện trong quá khứ (tương tự như ghi lại bằng máy quay video). Do đó, đánh giá sinh học là quá trình đánh giá tình trạng của nguồn nước bằng cách quan sát các sinh vật và trực tiếp sử dụng các sinh vật đó. sống ở đó, chẳng hạn như cá, động vật đáy không xương sống, thực vật phù du, động vật phù du, rêu, tảo và các sinh vật thủy sinh khác

3.2. Tại sao phải có quan trắc sinh học? (tt)

Điểm yếu của việc sử dụng đánh giá sinh học

- Không thể xác định nguyên nhân của sự thay đổi
- Không thể xác định giá trị của sự thay đổi một cách rõ ràng
- Không thể xác định giá trị của các “stress” gây ra thay đổi để sử dụng trong các chiến lược quản lý
- Nó không thể cảnh báo lỗi hoặc tránh bất kỳ hậu quả ảnh hưởng nào

4. Kế hoạch quan trắc chất lượng sông/suối/nước

- Tại sao chúng ta cần kế hoạch quan trắc chất lượng suối?
 - Nó giúp chúng ta hiểu các quá trình liên quan đến việc quan trắc chất lượng nước
 - Giúp giải quyết các vấn đề quan trọng của cộng đồng sử dụng nước
 - Đây là tài liệu chi tiết về dự án dành cho người quản lý dự án, thanh tra chất lượng nước, nhân viên cộng đồng và người sử dụng dữ liệu
 - Người quan trắc thanh tra sông cần có nhận thức để đảm bảo việc chia sẻ cách tiếp cận/quy trình quan trắc sông giống như các đội khác
 - Đảm bảo kết quả chất lượng cao
 - Điều này cho phép các chương trình quan trắc được đánh giá hàng năm để sửa đổi khi cần thiết.

4.1. Thiết lập cơ sở dữ liệu

- Chọn một hoặc nhiều điểm lấy mẫu ở sông và thu thập dữ liệu tại điểm đó thường xuyên để tạo cơ sở dữ liệu hữu ích
- Để cung cấp dữ liệu so sánh hàng năm cho các mẫu cùng một phương pháp, đặt thời gian lấy mẫu và cùng một địa điểm. Qua nhiều năm, cơ sở dữ liệu này sẽ cho thấy những thay đổi tiềm tàng về chất lượng nước và mực nước

4.2 Chọn điểm lấy mẫu tham chiếu (điểm đối chứng)

- Điểm lấy mẫu tham chiếu/đối chứng là điểm ở nơi ít bị ảnh hưởng nhất bởi các hoạt động của con người cả trong khu vực lấy mẫu và cách điểm lấy mẫu ít nhất 1 km.
- Được sử dụng làm giá trị tham chiếu/tiêu chuẩn so với các điểm khác trong khu vực dự án

4.3. Quan trắc các ảnh hưởng của các nguồn gây ô nhiễm

Nếu nghi ngờ có thứ gì đó thải ra sông khiến chất lượng nước bị suy giảm, chúng ta có thể lập kế hoạch giám sát chất lượng nước bằng cách chọn 3 điểm kiểm tra như sau:

Điểm kiểm tra số 1: Phía trên nguồn ô nhiễm nơi dòng sông không bị tác động. Điểm này đại diện cho điểm tham chiếu/đối chứng trong nghiên cứu này

Điểm kiểm tra số 2: Tại nguồn ô nhiễm, đây là điểm bị tác động. Nó sẽ phản ánh những kết quả trực tiếp và rõ nhất tác động từ vị trí đó

Điểm kiểm tra số 3: Cách nguồn ô nhiễm ít nhất 1 km. Điểm này được coi là điểm phục hồi và không được có vật cản

4.4. Khi nào chúng ta tiến hành quan trắc chất lượng nước?

- Thường xuyên kiểm tra sông để đánh giá chất lượng nước theo thời gian
- Đánh giá số liệu thực địa: tác động ở các điểm lấy mẫu và động vật đáy không xương sống phải được đánh giá hai lần một năm, vào cuối mùa khô và cuối mùa mưa hoặc nếu cần đánh giá khẩn cấp

4.5. Nên quan trắc sông/suối ở đâu?

- Khi cân nhắc về điểm cần quan trắc cần xem xét toàn bộ hệ thống sông và các địa điểm cụ thể mà chúng ta quan tâm đánh giá
- Các tiêu chí được sử dụng để lựa chọn điểm quan trắc/kiểm tra là:
 - Sự an toàn và dễ dàng đi đến các điểm đánh giá
 - Độ sâu của điểm lấy mẫu trên sông (không được sâu hơn 1 mét)
 - Quan trắc các khu vực về vấn đề chất lượng nước và/hoặc tình trạng sông (Tránh các khu vực bị ô nhiễm nghiêm trọng)
 - Có giá trị đối với người dùng dữ liệu
 - Các điểm thu thập dữ liệu hoặc điểm lấy mẫu phải cách nhau hơn nửa km để giảm thiểu tác động đến động vật đáy không xương sống
 - Mỗi lần lấy mẫu tại mỗi điểm phải được lấy tại cùng một điểm và được xác định rõ ràng trong kế hoạch quan trắc sông.

5. Nguyên tắc và phương pháp đánh giá tác động tại điểm lấy mẫu

5.1. Các vấn đề ảnh hưởng đến nguồn nước

- Đánh giá tác động tại điểm lấy mẫu là việc kiểm tra các hoạt động của con người ở ven sông tại/gần điểm lấy mẫu
- Hoạt động của con người sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến điều kiện sông và chất lượng nước
- Nguồn nước ít bị ảnh hưởng bởi các hoạt động của con người, nghĩa là sông hoặc nguồn nước luôn ổn định về môi trường vật lý, điều này sẽ giúp thúc đẩy các điều kiện tự nhiên của hệ sinh thái nước có năng suất sinh học cao và có khả năng hấp thụ ô nhiễm.

5.2. Các hoạt động chính của con người ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường sống

- 1) Phá rừng dọc bờ sông
- 2) Khai thác đá, cát trên và dưới trong phạm vi 1-3 km tính từ điểm nghiên cứu
- 3) Khai thác tại các khu vực xung quanh
- 4) Mở rộng/xây dựng khu dân cư, nhà hàng, khu du lịch, v.v.
- 5) Nhiều loại chất thải từ con người
- 6) Chất thải công nghiệp và chất ô nhiễm
- 7) Nông nghiệp (trồng trọt, chăn nuôi và thủy sản)
- 8) Thăm dò quá mức và đánh bắt trái phép
- 9) Xây dựng cầu đường
- 10) Vận chuyển bằng thuyền/tàu
- 11) Thủy điện, hồ chứa, kênh, v.v.
- 12) Sử dụng nước (rửa, lau chùi, v.v.)

5.3. Nguyên tắc đánh giá tác động tại điểm nghiên cứu/lấy mẫu

- Đánh giá tác động tại điểm lấy mẫu được đánh giá từ quan sát của tất cả các thành viên trong nhóm từ 3-5 người
- Mỗi thành viên cho điểm tác động của từng hoạt động đối với từng lĩnh vực nghiên cứu theo tiêu chí do MRCs (2010)* và Quỹ Châu Á 2012 đặt ra, tức là 3 mức điểm 1, 2 và 3, và có thể nhập dưới dạng phân số như 1,24; 2,52; 3,00

1 = Ít trở ngại hoặc ít tác động nên môi trường sông vẫn được giữ nguyên tự nhiên

2 = Bị cản trở hoặc bị ảnh hưởng vừa phải bởi hoạt động

3 = Có những trở ngại/rào cản lớn hoặc tác động ở quy mô lớn và cao từ các hoạt động cho thấy những thay đổi đáng kể về điều kiện tự nhiên

- Sau đó lấy điểm trung bình của tất cả các thành viên. Điểm đạt được sẽ được coi là giá trị mức độ tác động tại thời điểm đó

5.4. Giải thích tác động đến điểm nghiên cứu/lấy mẫu

Tiêu chí đánh giá tác động đến điểm nghiên cứu dựa trên điểm số đạt được

Điểm ở địa điểm nghiên cứu	Mức độ ảnh hưởng	Kết quả
1.0 - 1.6	Ít ảnh hưởng	Điều kiện môi trường tốt
1.7 - 2.5	Ảnh hưởng trung bình	Điều kiện môi trường trung bình
2.6 – 3.0	Ảnh hưởng nặng	Môi trường suy giảm nghiêm trọng

6. Chấm điểm các chỉ số theo tiêu chí Điểm BMWP* và cải thiện hệ thống tính điểm được sử dụng ở Lào

- Tiêu chí chấm điểm cho từng nhóm động vật phụ thuộc vào khả năng chịu đựng hoặc độ nhạy cảm của từng nhóm động vật. Nó nằm trong khoảng từ 1 đến 10 (giá trị tăng dần theo thứ tự độ nhạy giảm dần)
- Khi điểm 1-3 là kết quả đánh giá các sinh vật được tìm thấy có nghĩa là chúng ít nhạy cảm nhất với các nhiễu loạn (chỉ ra rằng chúng có khả năng chịu đựng các điều kiện nhiễu loạn tại điểm lấy mẫu; chúng có thể sống trong các nguồn nước bị ô nhiễm. Các sinh vật có điểm này có thể sống ở nhiều nguồn nước khác nhau, nhưng được tìm thấy nhiều trong nước thải hơn là nước có chất lượng tốt)
- Các sinh vật có số điểm từ 4-7 đại diện cho các sinh vật có khả năng chịu đựng vừa phải và nhạy cảm với các điều kiện xáo trộn. chúng có thể sống ở nhiều nguồn nước khác nhau
- Các sinh vật có điểm 8-10 đại diện cho các sinh vật có độ nhạy cao (cho thấy chúng có khả năng chịu đựng kém nhất với các điều kiện xáo trộn hoặc một số loài không có khả năng chịu đựng)

*BMWP-Biological Monitoring Working Party

Điểm BMWP Hội đồng Nước Quốc gia “Đoàn làm việc Giám sát Sinh học” (1981)

Thức ăn (Common name)	Động vật (Families)	Điểm (Score)
Mayflies, Stoneflies,	Siphonuridae, Haptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Teaniepterygidae, Leuctridae, Capmiidae,	10
Tiverbug, Caddisflies or Sedgeflies	Perledidae, Perlidae, Clereperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Baraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae	9
Crayfish, Dragonflies	Astacidae, Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libelulidae	8
Mayflies, Stoneflies, Caddisflies or Sedgeflies	Caenidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropidae, Limnephilidae	7
Snails, Caddisflies or	Neritidae, Viviparidae, Ancytidae, Hydroptilidae,	6
Sedgeflies, Mussels, Shrimps, Dragonflies	Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platicnemididae, Coenagriidae	5
Bugs, Beetles, Caddisflies or Sedgeflies, Crane flies/Blackflies, Flatworms	Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae, Haliphilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elmidea, Chrysomelidae, Curculionidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae	4
Mayflies, Alderlies, Leeches	Beatidea, Sialidae, Piscicolidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae,	3
Snails Cockles, Leeches, Hogious	Planorbidae, Sphaeridae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae	2
Midges	Chironomidae	1
Worms	Oligochaeta (Whole class)	1

Score of each Families. In case of Lao PDR we have adapted from original source

7. Công thức tính giá trị đánh giá chất lượng nước sử dụng Family Biotic Index (FBI)

Bảng sau đây trình bày công thức đánh giá và diễn giải chất lượng nước

$$FBI = \Sigma(x_i * t_i) / (n), \text{ where}$$

x_i = number of individuals within a taxon

t_i = tolerance value of a taxon

n = total number of organisms in the sample (100)

Table-2: Evaluation of water quality using the family-level biotic index ([Hilsenhoff, 1988](#))

Family Biotic Index	Water Quality	Degree of Organic Pollution
0.00-3.75	Excellent	Organic pollution unlikely
3.76-4.25	Very good	Possible slight organic pollution
4.26-5.00	Good	Some organic pollution probable
5.01-5.75	Fair	Fairly substantial pollution likely
5.76-6.50	Fairly poor	Substantial pollution likely
6.51-7.25	Poor	Very substantial pollution likely
7.26-10.00	Very poor	Severe organic pollution likely