

PSG. TĂNG VĂN ĐOÀN – PGS. TS. TRẦN ĐỨC HẠ

GIÁO TRÌNH

# CƠ SỞ KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

*(Tái bản lần thứ nhất)*

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

**Công ty Cổ phần sách Đại học - Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục giữ quyền công bố tác phẩm.**

*Mọi tổ chức, cá nhân muốn sử dụng tác phẩm dưới mọi hình thức phải được sự đồng ý của chủ sở hữu quyền tác giả.*

## Lời nói đầu

Cuốn giáo trình Cơ sở Kỹ thuật môi trường được biên soạn theo đề cương môn học chính thức của Trường Đại học Xây dựng, nhằm cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản về sinh thái học, bảo vệ môi trường, khai thác sử dụng hợp lý và tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên. Đồng thời còn là tài liệu tham khảo rất tốt cho các kỹ sư và cán bộ chuyên ngành.

Cuốn sách này do PGS. Tăng Văn Đoàn và PGS. TS. Trần Đức Hạ biên soạn.

Giáo trình được dùng để giảng dạy trong các trường đại học, cao đẳng và các trường dạy nghề. Khi sử dụng sách, chúng ta căn cứ vào yêu cầu cụ thể, vào tính chất đặc thù của từng ngành, nghề, vận dụng chọn lọc linh hoạt, có thể tinh giảm bớt các nội dung đi sâu để phù hợp với đối tượng học viên.

Trọng tâm của giáo trình là những vấn đề kỹ thuật môi trường như ô nhiễm không khí và bảo vệ môi trường không khí, ô nhiễm nước và bảo vệ môi trường nước, ô nhiễm đất và bảo vệ môi trường đất.

Để đảm bảo tính khoa học và sự cân đối giữa các chương, thuận tiện trong việc phân bố học trình, học phần theo tinh thần cải cách giáo dục, giáo trình được chia làm 4 chương:

Chương 1: Khái niệm cơ bản về sinh thái học và bảo vệ môi trường.

Chương 2: Ô nhiễm không khí và bảo vệ môi trường không khí.

Chương 3: Ô nhiễm nước và bảo vệ nguồn nước.

Chương 4: Ô nhiễm đất và các loại ô nhiễm khác.

Phân công biên soạn như sau:

PGS. Tăng Văn Đoàn biên soạn chương 2 và các mục 4-3; 4-4; 4-5 của chương 4.

PGS. TS. Trần Đức Hạ biên soạn chương 1; 3 và các mục 4-1; 4-2 của chương 4.

Các tác giả xin cảm ơn GS.TSKH. Phạm Ngọc Đăng; GS.TS. Trần Ngọc Chấn; GS.TS. Trần Hiếu Nhuệ đã đóng góp nhiều ý kiến trong quá trình biên soạn.

Trong quá trình biên soạn có thể còn nhiều sai sót, chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc và đồng nghiệp để lần xuất bản sau giáo trình được hoàn thiện hơn. Các ý kiến góp ý xin gửi về địa chỉ: Công ty CP Sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

## Chương 1

# KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ SINH THÁI HỌC VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

## 1.1. KHÁI NIỆM VỀ HỆ SINH THÁI, MÔI TRƯỜNG VÀ TÀI NGUYÊN

### 1.1.1. Hệ sinh thái

*1.1.1.1. Các thành phần và cơ cấu chức năng của hệ sinh thái, các loại hệ sinh thái*

Sinh vật và thế giới vô sinh xung quanh có quan hệ khăng khít với nhau và thường xuyên có tác động qua lại, đặc trưng bằng các dòng năng lượng tạo nên cấu trúc dinh dưỡng xác định. Các thành phần sinh vật có quan hệ với chu trình tuần hoàn vật chất (tức là trao đổi chất giữa các phần tử hữu sinh và vô sinh) trong một hệ thống, được gọi là hệ sinh thái.

Như vậy hệ sinh thái là một hệ chức năng gồm có quần xã của các cá thể sống và môi trường của chúng. Sinh thái học là khoa học nghiên cứu về mối quan hệ giữa sinh vật và môi trường sống của chúng và giữa chúng với nhau.

Về mặt cơ cấu, các thành phần hệ sinh thái chia thành hai nhóm như sau:

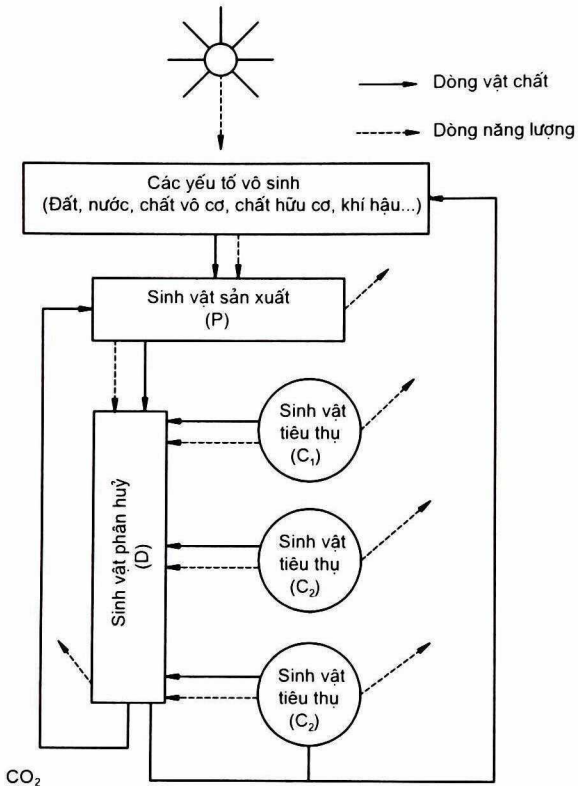
*a) Thành phần vô sinh:* gồm các chất vô cơ (C, N, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>...) tham gia vào chu trình tuần hoàn vật chất, các chất hữu cơ (Prôtêin, glucit, lipit, mùn...). chế độ khí hậu (nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm và các yếu tố vật lý khác).

*b) Thành phần hữu sinh:* bao gồm các sinh vật sản xuất (sinh vật tự dưỡng, chủ yếu là cây xanh, có khả năng tạo thức ăn từ các chất vô cơ đơn giản), sinh vật lớn tiêu thụ hoặc sinh vật ăn sinh vật, sinh vật bé tiêu thụ hoặc các sinh vật hoại sinh, chủ yếu là các loại vi khuẩn và nấm, phân giải các chất hữu cơ để sinh sống, đồng thời giải phóng ra các chất vô cơ cho các sinh vật sản xuất.

Hệ sinh thái là đơn vị chức năng cơ bản của sinh thái học bởi vì nó bao gồm cả sinh vật (quần xã sinh vật) và môi trường vô sinh (hình 1-1). Trong đó, mỗi một phần này lại ảnh hưởng đến phần khác và cả hai đều cần thiết để duy trì sự sống như đã tồn tại trên Trái Đất.

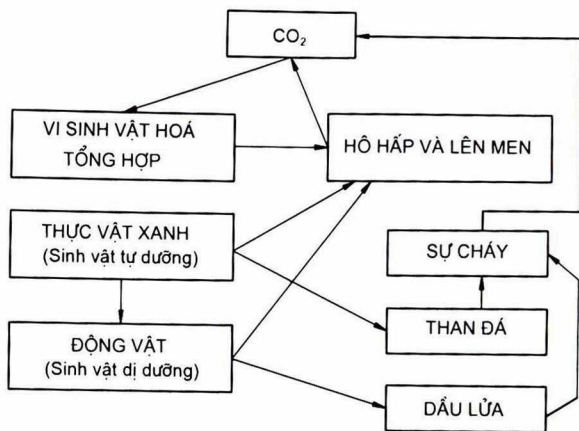
Theo quan điểm chức năng, hoạt động của hệ sinh thái được phân chia theo các hướng sau đây:

- Dòng năng lượng giữa các thành phần.
- Chuỗi thức ăn trong hệ thống.
- Vòng tuần hoàn vật chất.
- Sự phân bố các thành phần trong hệ theo không gian và thời gian.
- Sự phát triển và tiến hoá.
- Điều khiển (cybernetic).

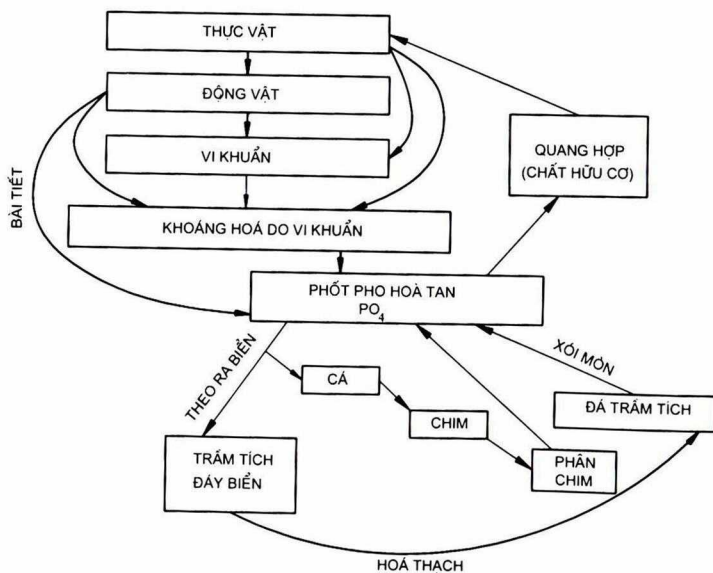


**Hình 1-1.** Sơ đồ một hệ sinh thái với vòng tuần hoàn vật chất và dòng năng lượng giữa các bậc dinh dưỡng.

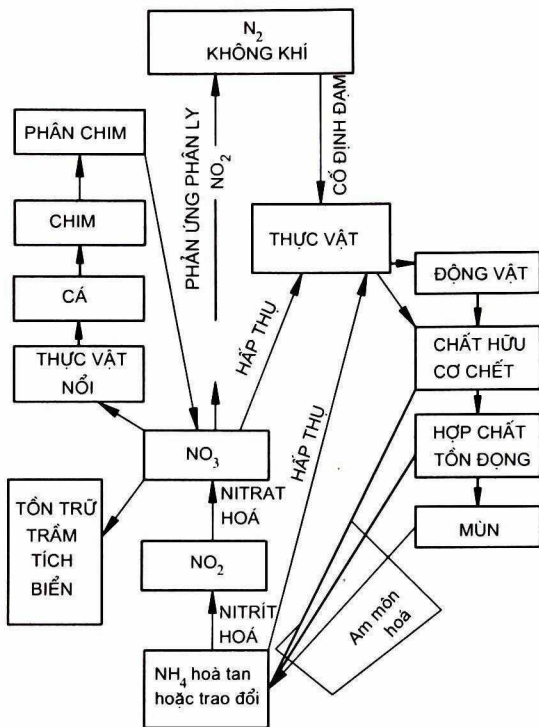
Trong hệ sinh thái thường xuyên có vòng tuần hoàn vật chất đi từ môi trường ngoài vào cơ thể các sinh vật, từ sinh vật này sang sinh vật khác, rồi lại từ sinh vật ra môi trường ngoài. Vòng tuần hoàn này được gọi là vòng sinh địa hoá. Có vô số vòng tuần hoàn vật chất. Do nhu cầu tồn tại và phát triển, sinh vật cần tới khoảng 40 nguyên tố khác nhau để xây dựng nên nguyên sinh chất cho bản thân mình. Một số vòng tuần hoàn vật chất của các nguyên tố C, P, N được minh hoạ trong các hình 1-2; 1-3 và 1-4. Từ môi trường ngoài, các chất trên đi vào sinh vật sản xuất, qua sinh vật tiêu thụ và sau cùng nhờ sinh vật phân huỷ trở lại môi trường.



Hình 1-2. Vòng tuần hoàn các bon.



Hình 1-3. Vòng tuần hoàn photpho.



Hình 1-4. Vòng tuần hoàn nitơ.

Dòng năng lượng xảy ra đồng thời với vòng tuần hoàn vật chất ở hệ sinh thái. Năng lượng cung cấp cho hoạt động của tất cả các hệ sinh thái trên Trái Đất là nguồn năng lượng mặt trời. Song chỉ một phần nhỏ năng lượng này được sinh vật sản xuất hấp thụ để sản xuất ra chất hữu cơ, gọi là *Năng suất sơ cấp*. Khác với vòng tuần hoàn vật chất, năng lượng không được sử dụng lại mà phát tán, mất đi dưới dạng nhiệt. Vòng tuần hoàn của vật chất là vòng kín. Dòng năng lượng và vòng hở.

Vật chất và năng lượng đi vào hệ thống gọi là dòng vào, đi ra khỏi hệ thống gọi là dòng ra. Dòng năng lượng và vật chất nối các thành phần của hệ sinh thái với nhau gọi là dòng nội lưu. Theo sự vận chuyển của dòng vật chất và dòng năng lượng, người ta phân ra hai loại hệ thống : hệ thống kín, ở đó dòng vật chất và năng lượng trao đổi trong phạm vi hệ thống và hệ thống hở, ở đó vật chất và năng lượng đi qua ranh giới của hệ thống.

Hệ sinh thái có thể phân chia theo quy mô như hệ sinh thái nhỏ (ví dụ như một bể nuôi cá, một phòng thí nghiệm...), hệ sinh thái vừa (ví dụ: đại dương, sa mạc, thành phố lớn...) và hệ sinh thái nhân tạo (ví dụ: đô thị, cánh đồng nông nghiệp, công viên...). Tập hợp các hệ sinh thái trên Trái Đất làm thành hệ sinh thái khổng lồ là sinh quyển.

### ***1.1.1.2. Cân bằng của hệ sinh thái***

Các thành phần của hệ sinh thái luôn luôn bị tác động bởi các yếu tố môi trường, được gọi là các yếu tố sinh thái. Người ta chia các yếu tố sinh thái thành 3 loại: các yếu tố vô sinh, yếu tố sinh vật và yếu tố nhân tạo. Các yếu tố vô sinh như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, tia năng lượng, áp suất khí quyển v.v... tạo nên điều kiện sống cho vi sinh vật và ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến sự tồn tại và phát triển của chúng. Các yếu tố sinh vật đặc trưng bằng các dạng quan hệ hoặc tác động qua lại của các sinh vật: quan hệ cộng sinh, ký sinh hoặc đối kháng. Các yếu tố nhân tạo là các hoạt động của con người: công nghiệp, nông nghiệp, giao thông v.v... giống như một yếu tố địa lý, tác động trực tiếp lên hoạt động sống của sinh vật hoặc làm thay đổi điều kiện sống của chúng.

Cân bằng sinh thái là trạng thái ổn định trong đó các thành phần sinh thái ở điều kiện cân bằng tương đối và cấu trúc toàn hệ không bị thay đổi. Dưới tác động của các yếu tố sinh thái, mức độ ổn định này có thể bị biến đổi.

Các hệ sinh thái tự nhiên đều có khả năng tự điều chỉnh riêng, đó là khả năng thích nghi khi bị ảnh hưởng của mỗi yếu tố sinh thái nào đó để phục hồi trở lại trạng thái ban đầu: Trạng thái cân bằng như vậy chính là trạng thái cân bằng động. Nhờ sự tự điều chỉnh mà các hệ sinh thái tự nhiên giữ được sự ổn định mỗi khi chịu tác động của nhân tố ngoại cảnh. Quá trình tự làm sạch nguồn nước sông hồ, để phục hồi lại trạng thái chất lượng nước ban đầu sau khi xả nước thải, là ví dụ về sự tự điều chỉnh để đảm bảo sự cân bằng động trong hệ sinh thái sông hồ.

Sự tự điều chỉnh của hệ sinh thái là kết quả của sự tự điều chỉnh của từng cá thể, quần thể hoặc cả quần xã mỗi khi có một yếu tố sinh thái thay đổi. Người ta cũng chia các yếu tố sinh thái thành hai nhóm: yếu tố sinh thái giới hạn và yếu tố sinh thái không giới hạn. Nhiệt độ, hàm lượng oxy hoà tan, nồng độ muối, thức ăn... là những yếu tố giới hạn, có nghĩa là nếu ta cho nhiệt độ thay đổi từ thấp lên cao, chúng ta sẽ tìm được một giới hạn nhiệt độ thích hợp của cá thể, hay của cả quần thể; ngoài giới hạn đó, cơ thể hay quần thể không tồn tại được. Giới hạn này được gọi là giới hạn sinh thái hay giới hạn cho phép của cá thể, quần thể hay của quần xã. Ánh sáng, địa hình không được coi là yếu tố sinh thái giới hạn đối với động vật.

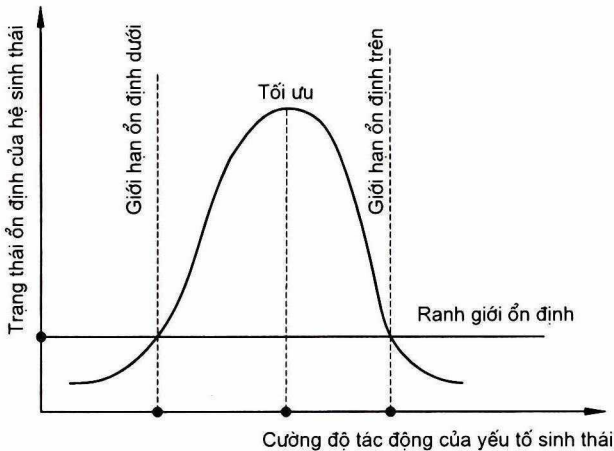
Mỗi cá thể, mỗi quần thể có một giới hạn sinh thái nhất định đối với từng yếu tố sinh thái (hình 1-5). Giới hạn này phụ thuộc vào khả năng thích nghi và tiến hoá của cơ thể, của quần thể và cũng phụ thuộc vào các yếu tố sinh thái khác. Như vậy, sự tự điều chỉnh của hệ sinh thái có giới hạn nhất định, nếu thay đổi vượt quá giới hạn này, hệ sinh thái mất khả năng tự điều chỉnh và hậu quả là chúng bị phá huỷ.



Các trường hợp ổn định của hệ sinh thái khi bị yếu tố bên ngoài tác động:

- Hệ thống trơ: Có khả năng chống chịu các yếu tố bên ngoài.
- Hệ thống mềm: Hệ thống có khả năng trở về trạng thái ban đầu, giống như trước khi bị tác động.
- Hệ thống có khả năng hấp thụ hoặc khắc phục tức thời các tác động bên ngoài như hấp thụ các chất ngoại lai, năng lượng dư v.v...

Không phải lúc nào các hệ sinh thái cũng có thể tự điều chỉnh được. Ví dụ, trường hợp xả nước thải sinh hoạt vào hệ sinh thái thủy vực nước mặt. Các chất dinh dưỡng trong nước thải làm cho các loài tảo (sinh vật sản xuất) phát triển cao độ (gọi là nở hoa). Sinh vật sản xuất do phát triển quá nhiều mà không được các sinh vật tiêu thụ sử dụng kịp, khi chúng chết đi, chúng sẽ bị phân huỷ và giải phóng ra các chất độc. Đồng thời quá trình này cũng gây ra hiện tượng ôxy trong nước giảm xuống quá thấp và có thể làm cá chết.



Hình 1-5. Biểu đồ ổn định của hệ sinh thái.

Ô nhiễm là hiện tượng do hoạt động của con người dẫn đến sự thay đổi các yếu tố sinh thái vượt ra ngoài giới hạn sinh thái của cá thể, quần thể và quần xã... Con người đã gây nên nhiều loại ô nhiễm (hoá học, vật lý, sinh học) cho các loài sinh vật (kể cả con người). Muốn kiểm soát được ô nhiễm môi trường cần phải biết được giới hạn sinh thái của cá thể, quần thể, và quần xã đối với từng yếu tố sinh thái. Xử lý ô nhiễm có nghĩa là đưa các yếu tố sinh thái trở về giới hạn sinh thái của cá thể, quần thể và quần xã. Muốn xử lý được ô nhiễm cần phải biết được cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái và nguyên nhân làm cho các yếu tố sinh thái vượt ra ngoài giới hạn thích ứng.

Đây là nguyên lý sinh thái cơ bản được vận dụng vào việc bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên.

## **1.1.2. Môi trường và tài nguyên**

### **1.1.2.1. Môi trường**

Môi trường là tập hợp tất cả các thành phần của thế giới vật chất bao quanh có khả năng tác động đến sự tồn tại và phát triển của mỗi sinh vật. Bất cứ một vật thể, một sự kiện nào cũng tồn tại và diễn biến trong một môi trường.

Môi trường sống của con người – môi trường nhân văn: là tổng hợp các điều kiện vật lý, hoá học, kinh tế, xã hội bao quanh và có ảnh hưởng tới sự sống và phát triển của từng cá nhân và của những cộng đồng con người. Môi trường sống của con người là toàn bộ vũ trụ bao la, trong đó hệ Mặt Trời và Trái Đất là bộ phận có ảnh hưởng trực tiếp và rõ rệt nhất. Trong môi trường sống này luôn tồn tại sự tương tác giữa các thành phần vô sinh và hữu sinh.

Về mặt vật lý, Trái Đất được chia thành các quyển sau:

– Thạch quyển (lithosphere) hoặc môi trường đất: bao gồm lớp vỏ Trái Đất có độ dày 60 ÷ 70 km trên lục địa và 2 ÷ 8 km dưới đáy đại dương. Thành phần hoá học, tính chất vật lý của thạch quyển tương đối ổn định và ảnh hưởng lớn đến sự sống trên Trái Đất.

– Thủy quyển (hydrosphere) hoặc môi trường nước: là phần nước của Trái Đất bao gồm đại dương, sông, hồ, suối, nước dưới đất, băng tuyết và hơi nước. Thủy quyển đóng vai trò không thể thiếu được trong việc duy trì cuộc sống con người, sinh vật và cân bằng khí hậu toàn cầu.

– Khí quyển (atmosphere) hoặc môi trường không khí: là lớp không khí tầng đối lưu bao quanh Trái Đất. Khí quyển đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong việc duy trì sự sống và quyết định tính chất khí hậu, thời tiết toàn Trái Đất.

Về mặt sinh học, trên Trái Đất có sinh quyển (biosphere) bao gồm các cơ thể sống, thủy quyển và khí quyển tạo thành môi trường sống của sinh vật. Sinh quyển gồm các thành phần hữu sinh và thành phần vô sinh, có quan hệ chặt chẽ và tương tác phức tạp với nhau. Khác với các “quyển” vật chất vô sinh, trong sinh quyển ngoài vật chất, năng lượng, còn có thông tin với tác dụng duy trì cấu trúc và cơ chế tồn tại, phát triển của các vật sống. Dạng thông tin phức tạp và phát triển cao nhất là trí tuệ con người, có tác động ngày càng mạnh mẽ đến sự tồn tại và phát triển của Trái Đất.

Tuỳ theo mục đích và nội dung nghiên cứu, khái niệm chung về “môi trường sống của con người” được phân thành “môi trường thiên nhiên”, “môi trường xã hội” và “môi trường nhân tạo”. *Môi trường thiên nhiên* bao gồm các nhân tố thiên nhiên: vật lý, hoá học (thường gọi chung là môi trường vật lý), sinh học... tồn tại khách quan ngoài ý muốn của con người, hoặc ít chịu sự chi phối của con người. *Môi trường xã hội* bao gồm các mối quan hệ giữa người và người. *Môi trường nhân tạo* bao gồm những nhân tố vật lý, sinh học, xã hội do con người tạo nên và