



GIÁO TRÌNH

SINH THÁI HỌC NÔNG NGHIỆP

Phần I

LÝ THUYẾT

CHƯƠNG MỘT

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ SINH THÁI HỌC

Nội dung

Các nội dung sau đây sẽ được đề cập trong chương này:

- Lược sử môn học và khái niệm về sinh thái học
- Cấu trúc sinh thái học
- Quy luật tác động của các nhân tố sinh thái
- Ảnh hưởng của nhân tố vô sinh lên cơ thể sinh vật và sự thích nghi của chúng
- Mối quan hệ giữa môi trường và con người
- Ý nghĩa của sinh thái học trong đời sống và sản xuất nông nghiệp



Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần:

- Nắm được khái niệm về sinh thái học
- Hiểu được vai trò của sinh thái học đối với đời sống và sản xuất nông nghiệp
- Phân biệt được nhân tố sinh thái vô sinh, hữu sinh và nhân tố con người
- Phân tích được cơ chế động của các nhân tố sinh thái lên đời sống sinh vật.

1. LƯỢC SỬ MÔN HỌC VÀ KHÁI NIỆM VỀ SINH THÁI HỌC

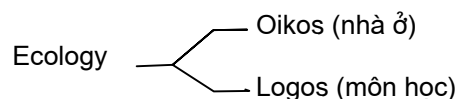
Ngay từ những thời kỳ lịch sử xa xưa, trong xã hội nguyên thủy của loài người, mỗi một cá thể cần có những hiểu biết nhất định về môi trường xung quanh; về sức mạnh của thiên nhiên, về thực vật và động vật ở quanh mình. Nền văn minh thực sự được hình thành khi con người biết sử dụng lửa và các công cụ khác, cho phép họ làm biến đổi môi sinh. Và bây giờ, nếu loài người muốn duy trì và nâng cao trình độ nền văn minh của mình thì hơn lúc nào hết họ cần có đầy đủ những kiến thức về môi trường sinh sống của họ.

Kiến thức sinh thái học cũng giống như tất cả các lĩnh vực khoa học khác, đều phát triển nhưng không đồng đều. Các công trình của Aristote, Hippocrat và các triết gia cổ Hy Lạp đều bao hàm những dẫn liệu mang tính chất sinh thái học khá rõ nét.

Tuy trở thành một môn khoa học độc lập vào khoảng năm 1900, nhưng chỉ vài chục năm trở lại đây, thuật ngữ “sinh thái học” mới mang đầy đủ tính chất phổ cập của nó, nhất là ở các nước có nền khoa học phát triển, và nó ngày càng thâm nhập sâu vào mọi lĩnh vực hoạt động của đời sống xã hội cũng như mọi lĩnh vực của khoa học kỹ thuật, trong đó có nông nghiệp.

Những năm gần đây, sinh thái học đã trở thành khoa học toàn cầu. Rất nhiều người cho rằng con người cũng như các sinh vật khác không thể sống tách rời môi trường cụ thể của mình. Tuy nhiên, con người khác với các sinh vật khác là có khả năng thay đổi điều kiện môi trường cho phù hợp với mục đích riêng. Mặc dù thế, thiên tai, hạn hán, dịch bệnh, ô nhiễm môi trường luôn luôn nhắc nhở chúng ta: loài người không thể cho mình có một sức mạnh vô song mà không có sai lầm. Từ cổ xưa, thung lũng sông Tigris phồn vinh đã biến thành hoang mạc vì bị xói mòn và hoá mặn do hệ thống tưới tiêu bố trí không hợp lý. Nguyên nhân sụp đổ của nền văn minh Mozopotami vĩ đại cũng là một tai hoạ sinh thái. Trong những nguyên nhân làm tan vỡ nền văn minh Maia ở Trung Mỹ và sự diệt vong của triều đại Khơme trên lãnh thổ Campuchia là do khai thác quá mức rừng nhiệt đới. Rõ ràng, khủng hoảng sinh thái hiển nhiên không phải là phát kiến của thế kỷ 20, mà là bài học của quá khứ bị lãng quên. Vì vậy, nếu chúng ta muốn đấu tranh với thiên nhiên, thì chúng ta phải hiểu sâu sắc các điều kiện tồn tại và qui luật hoạt động của điều kiện tự nhiên. Những điều kiện đó phản ánh thông qua những qui luật hoạt động của tự nhiên. Những điều kiện đó phản ánh thông qua những qui luật sinh thái cơ bản mà các sinh vật phải phục tùng.

Thuật ngữ “Sinh thái học” (*Ecology*) được Heckel E., một nhà sinh vật học nổi tiếng người Đức, dùng lần đầu tiên vào năm 1869, nó được hình thành từ chữ Hy Lạp: *oikos* - có nghĩa là “nhà ở” hoặc “nơi sinh sống”, còn *logos* là môn học.



Như vậy, theo định nghĩa cổ điển thì sinh thái học là khoa học nghiên cứu về “nhà ở” về “nơi sinh sống” của sinh vật hay sinh thái học là toàn bộ mối quan hệ giữa cơ thể với ngoại cảnh và các điều kiện cần thiết cho sự tồn tại của chúng (Heckel E. - 1869).

Còn theo nhà sinh thái học nổi tiếng E.P. Odum thì sinh thái học là khoa học về quan hệ của sinh vật hoặc một nhóm sinh vật với môi trường xung quanh hoặc như là khoa học về quan hệ tương hỗ giữa sinh vật với môi sinh của chúng (E.P.Odum - 1971).

Ricklefs - 1976, một nhà sinh thái học người Mỹ cho rằng: sinh thái học nghiên cứu sinh vật ở các mức độ cá thể, quần thể và quần xã trong mối quan hệ tương hỗ giữa chúng với môi trường sống xung quanh và với các nhân tố lý, hoá, sinh vật của nó.

A.M. Grodzinski và D.M. Grodzinski - 1980, đã định nghĩa: sinh thái học - ngành sinh học nghiên cứu mối quan hệ tương hỗ giữa cơ thể sinh vật với môi trường xung quanh...

Các tác giả đã đưa ra nhiều định nghĩa về sinh thái học, nhưng đều thống nhất coi sinh thái học là môn khoa học về cấu trúc và chức năng của thiên nhiên mà đối tượng của nó là tất cả các mối quan hệ tương hỗ giữa sinh vật với môi trường, hay cách khác, sinh thái học là một môn khoa học nghiên cứu và ứng dụng những qui luật hình thành và hoạt động của tất cả các hệ sinh học.

Sinh thái học là một khoa học tổng hợp, những kiến thức của nó bao gồm nhiều môn khoa học khác. Sinh thái học ngày nay không chỉ có quan hệ với động vật học, thực vật học, sinh lý học, sinh hoá học, di truyền học, tiến hoá học, trồng trọt, chăn nuôi... mà còn với các ngành toán học, hoá học, vật lý học, địa lý và xã hội học... Nó thể hiện trong các môn khoa học mới như sinh thái tế bào, di truyền sinh thái, sinh thái nông nghiệp.v.v. Mối quan hệ của sinh thái học với khoa học kinh tế và pháp quyền cũng đang tăng lên mạnh mẽ.

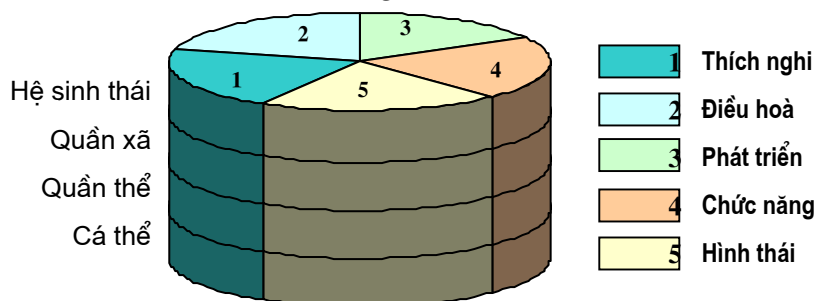
Nghiên cứu các hệ sinh thái ở cạn cũng như các hệ sinh thái ở nước không những chỉ áp dụng các phương pháp sinh học mà còn cả các phương pháp phân tích toán học, các nguyên lý điều khiển học.

Như vậy, có thể nói sinh thái học vừa là khoa học tự nhiên vừa là khoa học xã hội. Nó không phải khoa học tự nhiên mà loại trừ con người, hay khoa học xã hội mà tách khỏi tự nhiên. Khoa học này chỉ có thể hoàn thiện sứ mệnh của mình khi các nhà sinh thái học nhận thức được trách nhiệm của họ trong sự tiến hoá của điều kiện xã hội.

Về phương pháp nghiên cứu, sinh thái học cũng sử dụng một số phương pháp của các môn khoa học khác; đồng thời nó cũng có phương pháp nghiên cứu riêng mà phần nhiều là các phương pháp mang tính tổng hợp như thống kê nhiều chiều, phân tích hệ thống, mô hình hoá toán học...

2. CẤU TRÚC SINH THÁI HỌC

Cấu trúc sinh thái học có thể biểu hiện theo không gian ba chiều bằng những cái bánh tròn dẹt nằm chồng lên nhau tương ứng với các mức độ tổ chức sinh học khác nhau từ cá thể qua quần thể, quần xã đến hệ sinh thái. Nếu bỏ dọc chồng bánh này qua trục tâm ta chia cấu trúc ra các nhóm hình thái, chức năng, phát triển, điều hoà và thích nghi.



Hình 0. Cấu trúc sinh thái học

Nếu ta quan sát tất cả các nhóm đó ở một mức độ, thí dụ quần xã thì ở nhóm hình thái nội dung cơ bản là số lượng và mật độ tương đối của loài, ở nhóm chức năng đó là quan hệ tương hỗ giữa các quần thể như thú dữ và con mồi, ở nhóm

điều hoà là sự điều chỉnh để tiến tới thế cân bằng, ở nhóm thích nghi là quá trình có khả năng tiến hoá, khả năng chọn lọc sinh thái, chống kẻ thù.

Nếu như chọn một chồng nhóm, ví dụ nhóm chức năng thì ở mức độ hệ sinh thái là chu trình vật chất và dòng năng lượng; ở mức độ quần xã là quan hệ giữa vật dữ, con mồi và cạnh tranh giữa các loài; ở quần thể là sinh sản, tử vong, di cư, nhập cư; ở mức độ cá thể là sinh lý và tập tính của cá thể.

Như vậy, mỗi một mức độ tổ chức sinh thái có đặc điểm cấu trúc và chức năng riêng biệt của mình. Mỗi một nhóm trên một mức độ được đặc trưng bởi tập hợp có tính thống nhất các hiện tượng được quan sát. Tập hợp đó thể hiện bằng tính qui luật hình thành trên cơ sở của các hiện tượng. Những qui luật đó chính là đối tượng nghiên cứu của sinh thái học, nằm trong các đơn vị cụ thể của tự nhiên - hệ sinh thái (*ecosystem*).

3. QUI LUẬT TÁC ĐỘNG SỐ LƯỢNG CỦA CÁC NHÂN TỐ SINH THÁI

3.1. Khái niệm chung

Môi trường:

Theo nghĩa rộng nhất thì “môi trường” là tổng hợp các điều kiện bên ngoài có ảnh hưởng tới một vật thể hoặc một sự kiện. Như vậy, bất cứ một vật thể, một sự kiện nào cũng tồn tại và diễn biến trong một môi trường cụ thể. Khái niệm chung về môi trường như thế được cụ thể hóa đối với từng đối tượng và mục đích nghiên cứu.

Đối với cơ thể sống thì “môi trường sống” là tổng hợp những điều kiện bên ngoài có ảnh hưởng tới đời sống và sự phát triển của cơ thể. Đối với con người, môi trường chứa đựng nội dung rộng hơn. Theo định nghĩa của UNESCO (1981) thì môi trường của con người bao gồm toàn bộ các hệ thống tự nhiên và các hệ thống do con người tạo ra, những cái hữu hình cũng như vô hình (tập quán, niềm tin,...), trong đó con người sống và lao động, họ khai thác các tài nguyên thiên nhiên và nhân tạo nhằm thoả mãn những nhu cầu của mình. Như vậy, môi trường sống đối với con người không chỉ là nơi tồn tại, sinh trưởng và phát triển cho một thực thể sinh vật là con người mà còn là “khung cảnh của cuộc sống, của lao động và sự vui chơi giải trí của con người”.



Hình 1. Con người với một số yếu tố môi trường cơ bản

Thành phần và tính chất của môi trường rất đa dạng và luôn luôn biến đổi. Bất kỳ một cơ thể sống nào muốn tồn tại và phát triển, đều phải thường xuyên thích nghi với môi trường và điều chỉnh hành vi cho phù hợp với sự biến đổi đó.

Tùy theo mục đích và nội dung nghiên cứu, khái niệm chung về “môi trường sống” còn được phân thành “môi trường thiên nhiên”, “môi trường xã hội”, “môi

trường nhân tạo”. Trong nghiên cứu sinh học, người ta thường chia ra 4 loại môi trường chính: (1) môi trường nước, (2) môi trường đất, (3) môi trường không khí, và (4) môi trường sinh vật.

Nhân tố sinh thái:

Những yếu tố cấu thành môi trường như ánh sáng, nhiệt độ, thức ăn, bệnh tật v.v... được gọi là yếu tố môi trường. Nếu xét tác động của các yếu tố này lên đời sống sinh vật cụ thể thì chúng được gọi là yếu tố sinh thái hoặc nhân tố sinh thái.

Trong quá trình sống, các sinh vật bị tác động đồng thời của rất nhiều các nhân tố sinh thái. Tuy nhiên, để dễ nghiên cứu, người ta thường chia các nhân tố sinh thái thành hai nhóm theo bản chất của chúng là (i) nhóm *nhân tố sinh thái vô sinh* (gồm các nhân tố khí hậu, đất, địa hình v.v.) và (ii) nhóm *nhân tố sinh thái hữu sinh* (gồm các cơ thể sống như thực vật, động vật, vi sinh vật và các mối quan hệ giữa các chúng với nhau).

Như trên đã trình bày, môi trường bao gồm rất nhiều các yếu tố sinh thái. Mỗi nhân tố sinh thái có tác động không giống nhau đối với các loài khác nhau, hay thậm chí với các cá thể khác nhau trong cùng một loài. Ví dụ ảnh hưởng của nhiệt độ thấp không mấy quan trọng với cây trồng có nguồn gốc ôn đới (như cải bắp, cà chua), nhưng lại rất quan trọng với cây trồng có nguồn gốc nhiệt đới điển hình (lúa, ngô). Một số nhân tố sinh thái có thể thay đổi theo ngày đêm hay theo mùa (nhiệt độ, lượng mưa); cũng có một số đặc điểm của môi trường thay đổi rất ít theo thời gian (hàng số mặt trời, lực trọng trường). Nhìn chung, các nhân tố sinh thái đều tác động lên sinh vật thông qua 4 đặc tính sau:

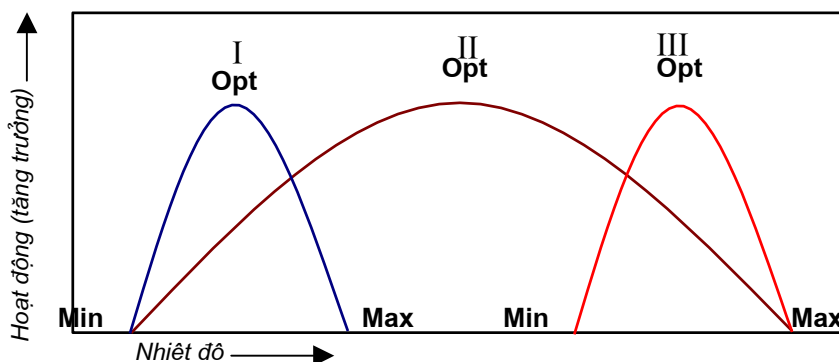
- Bản chất của nhân tố tác động
- Cường độ tác động (mạnh hay yếu)
- Tần số tác động
- Thời gian tác động

Về mặt số lượng, người ta chia các tác động của các yếu tố sinh thái thành các bậc:

- Bậc tối thiểu (*minimum*), là bậc nếu nhân tố sinh thái thấp hơn nữa thì có thể gây tử vong cho sinh vật.
- Bậc không thuận lợi thấp (*minipessimum*), là bậc làm cho hoạt động của các sinh vật bị hạn chế.
- Bậc tối thích (*optimum*), tại đây hoạt động của sinh vật đạt giá trị cực đại.
- Bậc không thuận lợi cao (*maxipessimum*), hoạt động của sinh vật bị hạn chế.
- Bậc tối cao (*maximum*), là bậc nếu nhân tố sinh thái cao hơn nữa thì có thể gây tử vong cho sinh vật.

Tuy nhiên, người ta thường sử dụng ba bậc: minimum, optimum và maximum để đánh giá ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái lên sự sống và hoạt động của sinh vật.

Khoảng giới hạn của một nhân tố từ minimum đến maximum được gọi là giới hạn sinh thái hay biên độ sinh thái. Khoảng giới hạn sinh thái này phụ thuộc theo các loài sinh vật khác nhau. Những loài sinh vật có biên độ sinh thái lớn là các loài phân bố rộng và ngược lại. Những loài phân bố hẹp thường được chọn là các loài đặc trưng cho từng điều kiện môi trường cụ thể.



Hình 2. So sánh các giới hạn chống chịu tương đối của sinh vật hẹp nhiệt (I và III) và sinh vật rộng nhiệt (II)
(Nguồn: Rutner 1953)

Ở loài hẹp nhiệt, cực tối thiểu (min) và tối cao (max) rất gần nhau, ở loài rộng nhiệt thì ngược lại. Vì vậy những thay đổi không lớn của nhiệt độ tỏ ra ít ảnh hưởng đến các loài rộng nhiệt, nhưng đối với loài hẹp nhiệt thì thường lại là nguy kịch. Chúng ta thấy rằng các sinh vật hẹp nhiệt có thể thích ứng với các nhiệt độ thấp (oligothermal I) với nhiệt cao (polythermal III) hoặc có thể có đặc tính trung gian.

Để biểu thị một cách tương đối mức độ chống chịu của sinh vật với các nhân tố môi trường, trong sinh thái học có hàng loạt thuật ngữ được sử dụng với các tiếp đầu ngữ *steno* có nghĩa là “hẹp” và *eury* nghĩa là “rộng”. Ví dụ:

- Stenothermal - eurythermic (nói về nhân tố sinh thái nhiệt độ);
- Stenohydric - euryhydric (nói về nhân tố sinh thái nước);
- Stenohalin - euryhalin (nói về nhân tố sinh thái muối);
- Stenophagos - euryphagos (nói về dinh dưỡng);
- Stenooikos - euryoikos (nói về việc lựa chọn nơi ở).

Sự có mặt hoặc phân thịnh của sinh vật hoặc một nhóm sinh vật tại một nơi nào đấy, thường phụ thuộc vào cả tổ hợp các điều kiện. Một điều kiện bất kỳ quyết định tới sự tồn tại và phân bố của sinh vật được gọi là điều kiện giới hạn (hay yếu tố giới hạn).

Hầu hết các điều kiện vật lý của môi trường (đối với sinh vật trên cạn, yếu tố sinh thái quan trọng hàng đầu là ánh sáng, nhiệt độ và lượng mưa, còn đối với sinh vật dưới nước là ánh sáng, nhiệt độ và độ muối) không những chỉ là giới hạn mà còn được xem như yếu tố điều khiển các hoạt động của sinh vật. Sinh vật không những thích ứng với các yếu tố vật lý của môi trường với ý nghĩa là chống chịu mà còn sử dụng tính chu kỳ tự nhiên của những thay đổi môi trường để phân phối chức năng của mình theo thời gian và “chương trình hoá” các chu trình sống, nhằm sử dụng được các điều kiện thuận lợi nhất; tất cả các quần xã đã được chương trình hoá để phản ứng với nhịp điệu mùa và các nhịp điệu khác.

Khi nghiên cứu tác động số lượng của các nhân tố sinh thái lên cơ thể sinh vật, người ta đã phát hiện ra một số định luật cơ bản của sinh thái học sau đây.

3.2. Định luật lượng tối thiểu

Mỗi sinh vật chỉ có thể sống trong những điều kiện môi trường cụ thể. Các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm, chế độ dinh dưỡng và các điều kiện môi trường khác phải tồn tại ở một mức thích hợp thì các sinh vật mới có thể tồn tại được.

Năm 1840 Liebig cho rằng tính chống chịu được xem như là khâu yếu nhất trong dây truyền các nhu cầu sinh thái của cơ thể. Khi nghiên cứu trên các loài cây hoà thảo, ông nhận thấy rằng năng suất của hạt thường bị giới hạn không phải bởi các chất dinh dưỡng mà sinh vật ấy có nhu cầu với số lượng lớn, ví dụ như khí cacbonic và nước (bởi vì các chất này thường xuyên có mặt với hàm lượng lớn) mà lại bởi các chất có nhu cầu với hàm lượng nhỏ (ví dụ như nguyên tố Bo), nhưng các chất này lại có rất ít ở trong đất. Liebig đã đưa ra nguyên tắc: “chất có hàm lượng tối thiểu điều khiển năng suất, xác định đại lượng và tính ổn định của mùa màng theo thời gian”. Nguyên tắc này đã trở thành “định luật tối thiểu” của Liebig. Nhiều tác giả như Taylor (1934) khi mở rộng khái niệm này ngoài các chất dinh dưỡng đã đưa và thêm hàng loạt các yếu tố khác như nhiệt độ và thời gian.

Những công trình to lớn của Liebig cho thấy, để ứng dụng có kết quả khái niệm này trong thực tiễn cần phải quán triệt thêm 2 nguyên tắc hỗ trợ.

Nguyên tắc hạn chế: định luật của Liebig chỉ đúng khi ứng dụng trong các điều kiện của trạng thái hoàn toàn tĩnh, nghĩa là khi dòng năng lượng và vật chất đi vào cân bằng với dòng đi ra.

Nguyên tắc bổ sung: nói về tác dụng tương hỗ của các yếu tố. Bản thân cơ thể sinh vật có thể thay thế một phần các yếu tố lượng tối thiểu bằng các yếu tố khác có tính chất tương đương. Như ở những nơi thiếu Ca hoặc những nơi có nhiều Stronti thì đôi khi nhuyễn thể có thể sử dụng một ít Stronti thay cho Ca trong các mảnh vỏ của chúng. Người ta cũng đã chứng minh được rằng nhiều loài thực vật cần một lượng kẽm ít hơn nếu chúng mọc không phải ở chỗ có ánh sáng chói chang mà là ở nơi che bóng. Trong các điều kiện đó lượng kẽm có trong đất không trở thành yếu tố giới hạn.

3.3. Quy luật về giới hạn sinh thái (hay định luật về sự chống chịu)

Để bổ sung cho định luật Liebig khi định luật này chỉ đề cập tới hàm lượng tối thiểu của các chất, Shelford (1913) cho rằng: yếu tố giới hạn không chỉ là sự thiếu thốn, mà còn là cả sự dư thừa các yếu tố.

Như vậy, các sinh vật chỉ sống được trong giới hạn tối thiểu sinh thái và tối đa sinh thái. Khoảng cách này chính là biên độ sinh thái. Nghĩa là tác động của các nhân tố sinh thái lên cơ thể không chỉ phụ thuộc vào tính chất của các nhân tố mà còn phụ thuộc vào cả cường độ tác động của chúng.

Khái niệm về ảnh hưởng giới hạn tối đa và tối thiểu đã được Shelford đưa ra khi phát biểu định luật về sự chống chịu: *năng suất của sinh vật không chỉ liên hệ với sức chịu đựng tối thiểu mà còn liên hệ với sức chịu đựng tối đa đối với một liều lượng quá mức của một nhân tố nào đó từ bên ngoài.*

3.4. Sự bù của các yếu tố và kiểu hình sinh thái

Các sinh vật không phải là nô lệ đối với các điều kiện vật lý của môi trường. Chúng tự thích nghi và chính chúng đã làm thay đổi điều kiện môi trường để giảm bớt ảnh hưởng giới hạn của nhiệt độ, ánh sáng, nước và các yếu tố vật lý khác. Có người gọi đây là quy luật tác động qua lại giữa sinh vật và môi trường. Sự bù như vậy của các yếu tố, đặc biệt hiệu quả ở mức độ quần xã và cũng có thể cả ở mức độ loài. Các loài có sự phân bố địa lý rộng hầu như luôn luôn tạo nên các quần thể thích nghi với các điều kiện địa phương, có tên gọi là kiểu hình sinh thái.

Sinh vật khi sống ở một nơi cụ thể nào đó cần có giới hạn chống chịu phù hợp với các điều kiện của địa phương. Sự bù đối với các phần khác nhau của gradien nhiệt, ánh sáng và các yếu tố khác có thể làm xuất hiện các chủng di truyền (với sự thể hiện bằng các đặc điểm hình thái hoặc không) hoặc có thể chỉ là sự thích ứng sinh lý đơn thuần. Ngay từ năm 1956, Midlas thấy rằng các cây họ lúa thuộc một

loài đều giống nhau theo mọi đặc điểm bên ngoài. Khi gieo các mẫu lúa lấy từ các khu vực phân bố địa lý khác nhau trong cùng một phòng thí nghiệm, các giống lúa đã phản ứng với ánh sáng theo các cách rất khác nhau. Trong mỗi trường hợp chúng giữ tính chu kỳ theo mùa thích ứng với vùng khởi thủy (thời gian phát triển và sinh sản). Trong sinh thái học ứng dụng, người ta thường hay bỏ quên khả năng củng cố tính trạng di truyền của các dòng địa phương, nên việc nhập nội động, thực vật thường bị thất bại, bởi vì người ta đã dùng các cá thể từ những vùng xa xôi để thay thế cho những dòng đã thích ứng với điều kiện địa phương. Sự bù của các yếu tố trong gradien địa phương hoặc gradien theo mùa cũng có thể dẫn đến việc làm xuất hiện các chủng di truyền, nhưng thường được thực hiện nhờ sự thích nghi sinh lý của các cơ quan hay của sự chuyển mối quan hệ tương hỗ “men - cơ chất” ở mức độ tế bào. Ở mức độ quần xã sự bù của các yếu tố thường được thực hiện do sự thay thế các loài theo gradien của các điều kiện.

3.5. Quy luật tác động tổng hợp của các nhân tố sinh thái

Môi trường bao gồm nhiều yếu tố sinh thái có tác động qua lại, sự biến đổi của nhân tố này có thể dẫn đến sự thay đổi về lượng (và đôi khi cả về chất) đối với các nhân tố khác, và sinh vật chịu ảnh hưởng của sự biến đổi đó. Tất cả các nhân tố đều gắn bó chặt chẽ với nhau và tạo thành một tổ hợp sinh thái. Ví dụ, khi sự chiếu sáng trong rừng thay đổi thì nhiệt độ, độ ẩm không khí và đất cũng thay đổi; điều đó ảnh hưởng đến hoạt động sống của hệ động vật không xương sống và vi sinh vật đất, do đó ảnh hưởng đến dinh dưỡng khoáng của cây rừng.

Mỗi nhân tố sinh thái chỉ có thể biểu hiện hoàn toàn tác động của nó khi các nhân tố khác đang hoạt động đầy đủ. Ví dụ, nhiệt độ quá thấp ở vùng cực không thể bù đắp bằng độ ẩm và sự chiếu sáng gần như suốt ngày đêm.

3.6. Quy luật tác động không đồng đều của nhân tố sinh thái lên cơ thể

Các nhân tố có ảnh hưởng khác nhau lên các chức phận của cơ thể sống, nó có thể là cực thuận với quá trình này, nhưng lại là ít thuận lợi hay thậm chí gây nguy hiểm cho quá trình khác. Ví dụ, nhiệt độ không khí tăng cao đến 40⁰-45⁰C sẽ làm tăng quá trình trao đổi chất ở động vật máu lạnh, nhưng lại kìm hãm sự di động, và làm cho con vật rơi vào tình trạng đờ đẫn vì nóng.

Nhiều loài sinh vật trong các giai đoạn sinh sống khác nhau có những yêu cầu sinh thái khác nhau, nếu không thỏa mãn thì chúng sẽ chết hoặc khó có khả năng duy trì nòi giống. Trong lịch sử phát triển của sinh vật, đã xuất hiện những khả năng thích nghi mới bằng cách di chuyển nơi ở trong từng giai đoạn để hoàn thành toàn bộ chức năng sống của mình. Ví dụ, loài tôm he (*Penaeus merguensis*) ở giai đoạn thành thực sinh sản chúng sống ngoài biển khơi (cách bờ 10-12km) và đẻ ở đó, nơi có nồng độ NaCl cao (32-36⁰/₀₀), độ pH=8. Ấu trùng cũng sống ở biển, nhưng di chuyển dần vào cửa sông; sang giai đoạn sau ấu trùng (*postlarva*) thì chúng sống ở nước lợ, nơi có độ mặn thấp (10-25⁰/₀₀), trong các kênh rạch vùng rừng ngập mặn cho đến khi đạt kích thước trưởng thành lại di chuyển ra biển. Ở giai đoạn ấu trùng, tôm không sống được trong nước có nồng độ muối thấp. Nắm được quy luật này, con người có thể có quy hoạch nuôi trồng, bảo vệ và đánh bắt vào những lúc thích hợp.

3.7. Các chỉ thị sinh thái học

Chúng ta thấy rằng các yếu tố chuyên hoá thường quyết định những loài sinh vật nào có thể sống được trong từng địa điểm cụ thể. Bởi vậy, chúng ta có thể dựa

theo các sinh vật để xác định kiểu môi trường vật lý, nhất là khi các yếu tố mà chúng ta quan tâm lại không thuận lợi cho việc đo đạc trực tiếp. Trên thực tế, các nhà sinh thái học trong khi nghiên cứu các hiện trạng không quen thuộc hay các vùng rộng lớn đã thường xuyên sử dụng các sinh vật với tư cách là vật chỉ thị. Nhiều tác giả đã sử dụng thực vật như là vật chỉ thị đối với các điều kiện của đất và nước (đặc biệt là ảnh hưởng của các điều kiện đó đến các tiềm năng chăn nuôi và trồng trọt). Nhiều công trình đã sử dụng động vật có xương sống và thực vật làm vật chỉ thị nhiệt độ. Tác giả đầu tiên đi theo hướng này là Merriam (1894).

Dưới đây là một vài khái niệm quan trọng khi làm việc với vật chỉ thị sinh thái học :

a) Các loài “*hẹp sinh thái*” thường là vật chỉ thị tốt hơn so với các loài “*rộng sinh thái*”. Những loài như thế thường có ít trong quần xã.

b) Các loài lớn thường là vật chỉ thị tốt hơn các loài nhỏ. Bởi vì, trong một dòng năng lượng nào đấy, sinh khối lớn hoặc sản lượng toàn phần được duy trì nếu như sinh khối đó thuộc về các sinh vật lớn; mặt khác, tốc độ quay vòng ở các sinh vật nhỏ có thể rất cao (hôm nay thì có nhưng sang ngày mai lại không có). Vì vậy từng loài có mặt trong thời điểm nghiên cứu có thể không phải là vật chỉ thị sinh thái học thuận lợi. Chính vì thế mà Raoson (1956) đã không tìm thấy một loài tảo nào khả dĩ là vật chỉ thị cho các kiểu hồ.

c) Trước khi tách loài nọ hoặc loài kia, hoặc nhóm loài là vật chỉ thị, cần phải xem xét các dẫn liệu thực nghiệm về tính chất của từng yếu tố giới hạn. Ngoài ra còn cần phải biết khả năng chống chịu hoặc thích nghi; nếu có các kiểu hình sinh thái tồn tại thì sự có mặt của nhóm loài này hay loài khác trong các nơi ở khác nhau là điều không bắt buộc, mặc dù ở những nơi đó có các điều kiện hoàn toàn giống nhau.

d) Tỷ lệ số lượng của các loài, các quần thể và của cả quần xã thường là vật chỉ thị tốt hơn so với số lượng của một loài, bởi vì toàn cục bao giờ cũng tốt hơn bộ phận đối với việc phản ánh toàn bộ các điều kiện. Điều đó đặc biệt được thấy rõ khi tìm vật chỉ thị sinh học của các kiểu ô nhiễm. Từ năm 1950, Ellenbec đã cho thấy, thành phần khu hệ của quần xã các cây cỏ đại là vật chỉ thị tốt nhất về tiềm năng sức sản xuất nông nghiệp của đất.

4. ẢNH HƯỞNG CỦA NHÂN TỐ VÔ SINH LÊN CƠ THỂ SINH VẬT VÀ SỰ THÍCH NGHI CỦA CHÚNG

4.1. Nhiệt độ

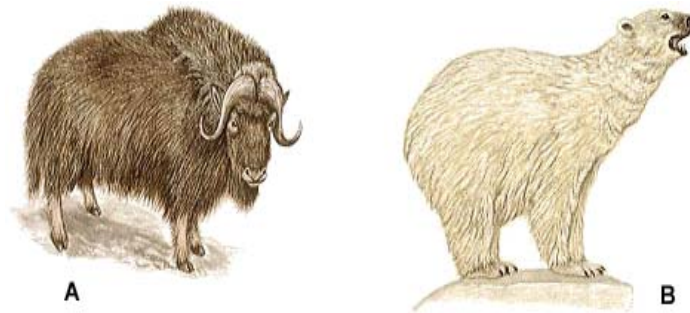
Nhiệt độ trên trái đất phụ thuộc vào năng lượng mặt trời, thay đổi theo các vùng địa lý và biến động theo thời gian. Nhiệt độ ở 2 bán cực của trái đất rất thấp (thường dưới 0°C), trong khi đó nhiệt độ ở vùng xích đạo thường cao hơn nhưng biên độ của sự thay đổi nhiệt ở hai cực lại rất thấp so với vùng xích đạo. Nhiệt độ còn thay đổi theo đặc điểm của từng loại môi trường khác nhau. Trong nước, nhiệt độ ổn định hơn trên cạn. Trong không khí, tại tầng đối lưu (độ cao dưới 20 km so với mặt đất) nhiệt độ giảm trung bình $0,56^{\circ}\text{C}$ khi lên cao 100m.

Nhiệt độ có tác động trực tiếp và gián tiếp đến sinh trưởng, phát triển, phân bố các sinh vật. Khi nhiệt độ tăng hay giảm vượt quá một giới hạn xác định nào đó thì sinh vật bị chết. Chính vì vậy, khi có sự khác nhau về nhiệt độ trong không gian và thời gian đã dẫn tới sự phân bố của sinh vật thành những nhóm rất đặc trưng, thể hiện cho sự thích nghi của chúng với điều kiện cụ thể của môi trường.

Có hai hình thức trao đổi nhiệt với cơ thể sống. Các sinh vật tiên nhân (vi khuẩn, tảo lam), nấm thực vật, động vật không xương sống, cá, lưỡng cư, bò sát không có khả năng

điều hòa nhiệt độ cơ thể, được gọi là các sinh vật biến nhiệt. Các động vật có tổ chức cao hơn như chim, thú nhờ phát triển, hoàn chỉnh cơ chế điều hòa nhiệt với sự hình thành trung tâm điều nhiệt ở bộ não đã giúp cho chúng có khả năng duy trì nhiệt độ cực thuận thường xuyên của cơ thể (ở chim 40-42°C, 36,6-39,5°C ở thú), không phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường bên ngoài, gọi là *động vật đẳng nhiệt* (hay *động vật máu nóng*). Giữa hai nhóm trên có nhóm trung gian. Vào thời kỳ không thuận lợi trong năm, chúng ngủ hoặc ngừng hoạt động, nhiệt độ cơ thể hạ thấp nhưng không bao giờ thấp dưới 10-13°C, khi trở lại trạng thái hoạt động, nhiệt độ cao của cơ thể được duy trì mặc dù có sự thay đổi nhiệt độ của môi trường bên ngoài. Nhóm này gồm một số loài gặm nhấm nhỏ như sóc đất, sóc *mác mốt* (*Marmota*), nhím, chuột sóc, chim én, chim hút mật, v.v...

Nhiệt độ có ảnh hưởng mạnh mẽ đến các chức năng sống của thực vật, như hình thái, sinh lý, sinh trưởng và khả năng sinh sản của sinh vật. Đối với sinh vật sống ở những nơi quá lạnh hoặc quá nóng (sa mạc) thường có những cơ chế riêng để thích nghi như: có lông dày (cừu, bò xạ, gấu bắc cực v.v) hoặc có lớp mỡ dưới da rất dày (cá voi bắc cực, mỡ dày tới 2 cm). Các côn trùng sa mạc đôi khi có các khoang rỗng dưới da chứa khí để chống lại cái nóng từ môi trường xâm nhập vào cơ thể. Đối với động vật đẳng nhiệt ở xứ lạnh thường có bộ phận phụ phía ngoài cơ thể như tai, đuôi ... ít phát triển hơn so với động vật sống ở xứ nóng.



Hình 3. Sự thích nghi của các động vật trong điều kiện lạnh

(A) Bò xạ (*Ovibos moschatus*) sống ở bắc Canada, có lớp lông phát triển rất dày, có thể dài tới 1m để thích ứng với mưa lạnh và tuyết; (B) Gấu bắc cực (*Thalarctos maritimus*) cũng có lớp lông và mỡ dưới da rất dày.

4.2. Nước

Nước là thành phần không thể thiếu của mọi cơ thể sống, và thường chiếm từ 50-98% khối lượng cơ thể sinh vật. Nước là nguyên liệu cho cây quang hợp, là phương tiện vận chuyển dinh dưỡng trong cây, vận chuyển máu và dinh dưỡng trong cơ thể động vật. Nước tham gia vào quá trình trao đổi năng lượng và điều hòa nhiệt độ cơ thể. Nước còn tham gia tích cực vào quá trình phát tán nòi giống và là nơi sinh sống của nhiều loài sinh vật.

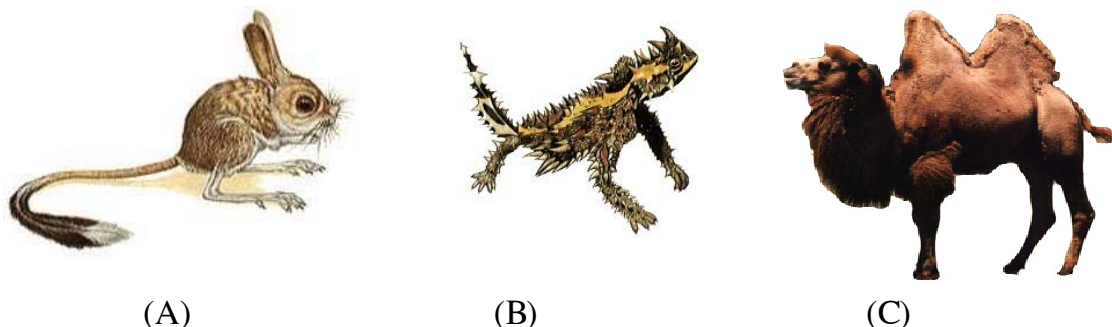
Nước tồn tại trong không khí dưới nhiều dạng: hơi nước, mù, sương, mưa, tuyết... Sự cân bằng nước trong cơ thể có vai trò rất quan trọng với sinh vật trên cạn. Cân bằng nước được xác định bằng hiệu số giữa sự hút nước với sự mất nước. Người ta chia thực vật trên cạn thành các nhóm liên quan đến chế độ nước, như nhóm cây ngập nước định kỳ, nhóm cây ưa ẩm, nhóm cây chịu hạn ... Động vật cũng được chia thành ba nhóm: nhóm động vật ưa ẩm (ếch nhái), nhóm động vật chịu hạn, và nhóm trung gian.



Hình 4. Thảm thực vật đặc trưng cho điều kiện sa mạc khô hạn

Với thực vật, khi sống trong điều kiện khô hạn, chúng có các hình thức thích nghi rất đặc trưng như tích nước trong củ, thân, lá hoặc chống sự thoát hơi nước bề mặt bằng cách giảm kích thước lá (lá kim), rụng lá vào mùa khô (rừng khộp ở Tây nguyên), hình thành lớp biểu mô sáp không thấm nước v.v. Hình thức thích nghi cũng có thể thể hiện qua sự phát triển của bộ rễ. Một số nhóm cây sống ở vùng sa mạc có bộ rễ phát triển rất dài, mọc sâu hoặc trải rộng trên mặt đất để hút sương, tìm tới nguồn nước. Có những loài cây sa mạc với kích thước thân chỉ dài chừng vài chục cm nhưng bộ rễ dài tới 8 mét.

Với động vật, biểu hiện thích nghi với điều kiện khô hạn cũng rất đa dạng, thể hiện ở cả tập tính, hình thái và sinh lý. Biểu hiện cụ thể như có tuyến mồ hôi rất kém phát triển hoặc có lớp vỏ có khả năng chống thoát nước. Một số lạc đà còn có khả năng dự trữ nước trong bướu dưới dạng mỡ non. Khi thiếu nước, chúng tiết ra một loại men để ô xy hoá nội bào lớp mỡ này, giải phóng ra nước cung cấp cho các phản ứng sinh hoá trong cơ thể. Một số động vật hạn chế mất nước bằng cách thay đổi tập tính hoạt động, chẳng hạn như chuyển sang hoạt động vào ban đêm để tránh điều kiện khô hạn và nóng bức của ánh mặt trời.



Hình 5. Đặc điểm thích nghi của một số loài động vật sống trong điều kiện khô hạn

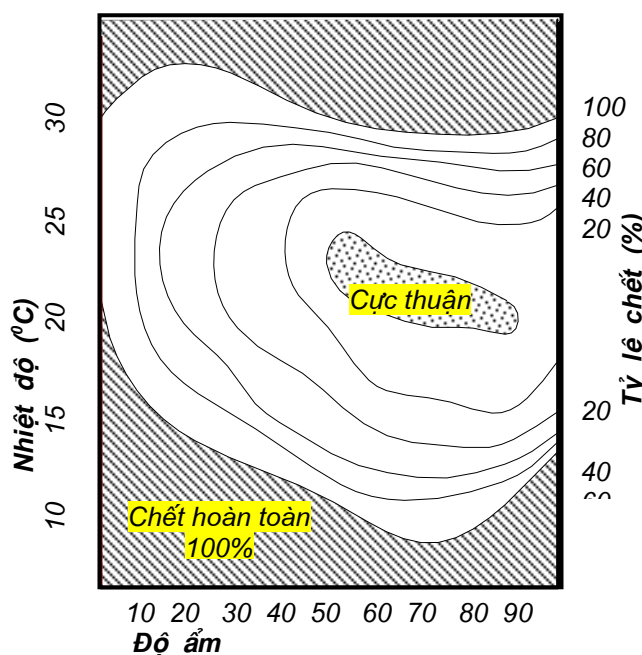
(A) Chuột nhảy sống ở sa mạc có tuyến mồ hôi bị tiêu giảm hoàn toàn; (B) Bò sát *nhông gai* với lớp da dày, có gai thô, hứng sương bằng lưng - ở đó có các rãnh nhỏ dẫn nước xuống miệng; (C) Lạc đà với các bướu dự trữ mỡ trên lưng có thể tự thiêu huỷ để tạo ra nước.

4.3. Ảnh hưởng tổng hợp của nhiệt độ và độ ẩm đến sinh vật

Trong tự nhiên, các yếu tố sinh thái không tác động một cách đơn lẻ mà chúng có ảnh hưởng mang tính tổng hợp lên cùng một đối tượng sinh vật. Hai yếu tố nhiệt độ và độ ẩm đề cập ở trên là các yếu tố có liên quan rất chặt chẽ với nhau. Mỗi tương tác của chúng là một ví dụ điển hình về tác động tổng hợp của các nhân tố sinh thái lên cùng một cơ thể sinh vật. Hiệu quả tác động tổng hợp có thể chỉ ra trong điều kiện thời tiết

vừa nóng vừa ẩm. Khi đó sức khỏe con người sẽ rất nhạy cảm như biểu hiện làm tăng các bệnh thấp khớp, hen mạn tính, gây bức bối và khó chịu...

Để tìm ra điểm cực thuận trong tổ hợp hai yếu tố, người ta áp dụng phương pháp thủy nhiệt đồ. Đồ thị ở hình 7 biểu thị ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm lên tuổi thọ của nhộng bướm *Carpocapsa* hại táo (trục tung biểu thị nhiệt độ, trục hoành biểu thị độ ẩm hay lượng mưa). Mỗi đường hướng tâm biểu thị một tỷ lệ tử vong nhất định. Dựa trên tọa độ của các điểm trên các đường hướng tâm, người ta có thể tìm được nhiệt độ và độ ẩm cực thuận cho tỷ lệ tử vong thấp nhất. Đồ thị bên cho thấy nhộng bướm *Carpocapsa* có tỷ lệ tử vong thấp nhất khi nhiệt độ 21-28°C, và độ ẩm tương đối HR=55-95% (vùng giữa).



Hình 6. Ảnh hưởng tổng hợp của nhiệt độ và độ ẩm đến tỷ lệ tử vong của nhộng bướm *Carpocapsa pomonella*

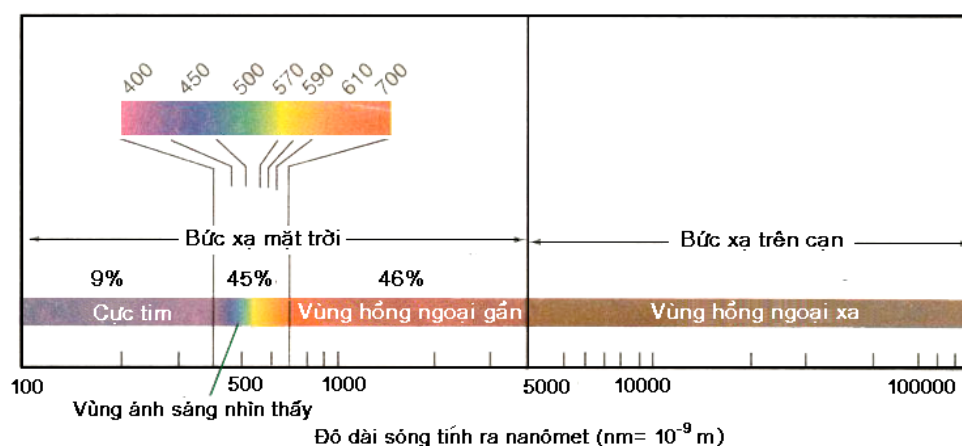
Ảnh hưởng phối hợp của nhiệt độ và độ ẩm có vai trò quyết định đến sự phân bố của sinh vật. Có thể hai nơi nào đó có lượng mưa tương tự nhau, nhưng nhiệt độ khác nhau thì sự phân bố các kiểu thảm thực vật trên đó hoàn toàn khác nhau. Và ngay các cá thể trong cùng một loài nhưng ở các vùng địa lý khác nhau cũng thích những nơi sống khác nhau. Khả năng thích nghi của các loài sống trong những điều kiện khí hậu khác nhau càng lớn thì ảnh hưởng của khí hậu ở những nơi sống cụ thể mà chúng đã chọn lên chúng càng yếu. Khi thay đổi chỗ ở, từng loài đã chọn tổ hợp các nhân tố phù hợp nhất với sinh thái trị của nó. Bằng cách đó mới có thể khắc phục được những giới hạn của khí hậu.

4.4. Ánh sáng

Ánh sáng vừa là yếu tố điều chỉnh vừa là yếu tố giới hạn đối với sinh vật. Thực vật cần ánh sáng như động vật cần thức ăn, ánh sáng được coi là nguồn sống của nó. Một số sinh vật dị dưỡng (nấm, vi khuẩn) trong quá trình sống cũng sử dụng một phần năng lượng ánh sáng. Tùy theo cường độ và thời gian chiếu sáng mà ánh sáng ảnh hưởng nhiều hay ít đến quá trình trao đổi chất và năng lượng cũng như các quá trình sinh lý khác của cơ thể sống. Ngoài ra ánh sáng còn ảnh hưởng đến các nhân tố sinh thái khác (nhiệt độ, độ ẩm, đất...).

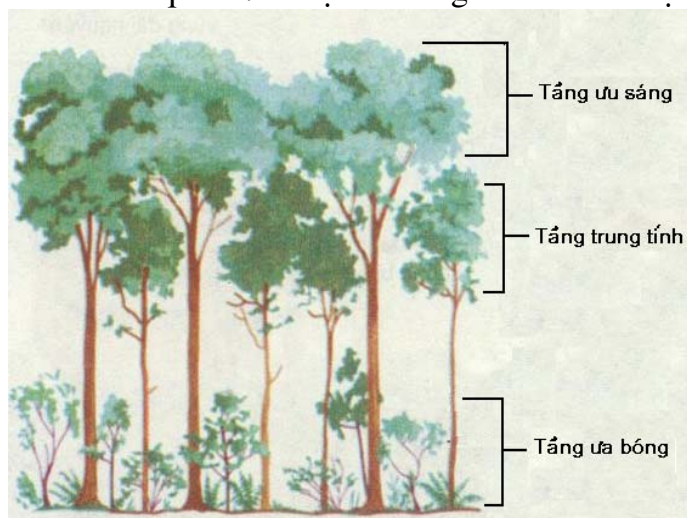
Ánh sáng nhận được trên bề mặt trái đất chủ yếu là từ bức xạ mặt trời và một phần nhỏ từ mặt trăng và các tinh tú khác. Bức xạ mặt trời chiếu xuống mặt đất bị các chất trong khí quyển (ôxy, ôzôn, cacbonic, hơi nước, v.v...) hấp thụ khoảng 19%, 34% phản xạ vào khoảng không vũ trụ, còn lại khoảng 47% đến bề mặt trái đất. Ánh sáng phân bố không đồng đều trên mặt đất. Càng xa xích đạo, cường độ ánh sáng càng giảm dần. ánh sáng còn thay đổi theo thời gian trong năm, nhìn chung càng gần xích đạo độ dài ngày càng giảm dần.

Về thành phần quang phổ, có thể chia ra ba thành phần chính theo độ dài sóng: (1) tia tử ngoại có độ dài sóng 10-380nm, phần lớn các tia sóng ngắn gây độc hại cho cơ thể sinh vật được tầng ôzôn hấp thụ ở độ cao 25-30km, chỉ có những tia có bước sóng 290-380nm xuống đến mặt đất, chúng có tác dụng tiêu diệt vi khuẩn, kích thích sự hình thành vitamin D ở động vật, antôxyan ở thực vật; (2) tia nhìn thấy có độ dài sóng 380-710nm, quang phổ của phần ánh sáng nhìn thấy gồm những tia có màu sắc khác nhau tùy theo độ dài sóng. Ánh sáng nhìn thấy cung cấp năng lượng cho cây quang hợp (tia đỏ, tia xanh...). Các tia này có ảnh hưởng đến sự hình thành sắc tố, hoạt động của thị giác, hệ thần kinh và sinh sản của động vật.



Hình 7. Phổ điện từ trong khí quyển (theo Halverson và Smith 1979)

Liên quan đến sự thích nghi của sinh vật đối với ánh sáng, người ta chia thực vật ra: cây ưa bóng, trung tính và ưa sáng. Từ đặc tính này hình thành lên các tầng thực vật khác nhau trong tự nhiên; ví dụ rừng cây bao gồm các cây ưa sáng vươn lên phía trên để hứng ánh sáng, các cây ưa bóng mọc ở phía dưới. Ngoài ra, chế độ chiếu sáng còn có ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của thực vật và là cơ chế hình thành lên quang chu kỳ. Theo Trần Đức Hạnh (1997), cây trồng được chia ra làm các nhóm theo mức độ thích nghi với độ dài chiếu sáng trong ngày như sau:



Hình 8. Sự phân tầng trong rừng nhiệt đới

- Nhóm cây ngày ngắn: bao gồm những cây có nguồn gốc vùng nhiệt đới hoặc xích đạo như lúa nước, mía, đậu... Những cây này chỉ ra hoa kết quả trong điều kiện ngày ngắn. Người ta đã làm thí nghiệm chiếu sáng nhân tạo đối với nhóm cây ngày

ngắn, hoặc gieo trồng ở các vùng địa lý khác nhau. Kết quả cho thấy, nếu thời gian chiếu sáng mỗi ngày dưới 12 giờ thì chúng nở hoa rất nhanh; nếu kéo dài thời gian chiếu sáng hàng ngày thì chúng chậm ra hoa hơn hoặc hoàn toàn không nở hoa.

Trong thực tế sản xuất nông nghiệp ở miền Bắc Việt Nam, các giống lúa cũ dài ngày cấy trong vụ mùa như nếp, tằm,... thường chỉ trổ vào tháng IX âm lịch mà không phụ thuộc vào thời gian gieo trồng sớm hay muộn.

- Nhóm cây ngày dài: chỉ ra hoa và kết quả trong điều kiện ngày dài, thời gian chiếu sáng trên 13 giờ mỗi ngày. Đó là các thực vật có nguồn gốc ở vùng ôn đới như khoai tây, bắp cải, lúa mì,... Nếu trồng các cây này ở vĩ độ thấp (thời gian ngày ngắn) thì chúng thường chậm hoặc không thể ra hoa kết quả.

Trong nông nghiệp, các nhà khoa học lợi dụng đặc điểm quang chu kỳ của cây trồng để điều chỉnh thời vụ gieo cấy hoặc nhập nội giống từ các vùng có điều kiện chiếu sáng dài, ngắn khác nhau để phục vụ lợi ích kinh tế. Ví dụ dụ: đối với các loại rau thu hoạch thân lá (bắp cải, su hào, khoai tây...) thì nhập nội từ vùng có điều kiện chiếu sáng ngày dài về vùng nhiệt đới ngày ngắn để kéo dài thời gian sinh trưởng tạo ra sinh khối lớn. Ngược lại, các loại cây ngũ cốc thu hoạch quả, hạt thì phải nhập nội giống từ những vùng có điều kiện chiếu sáng giống nhau mới cho năng suất hạt cao.

Từ sự thích nghi của động vật với ánh sáng, người ta cũng chia ra 2 nhóm: nhóm hoạt động ban ngày và nhóm hoạt ban đêm. Nhóm hoạt động ngày thường có cơ quan cảm thụ ánh sáng rất phát triển, màu sắc sặc sỡ, nhóm hoạt động đêm thì ngược lại. Đối với sinh vật dưới biển, các loài sống ở đáy sâu, trong điều kiện thiếu sáng, mắt thường có khuynh hướng mở to và có khả năng xoay 4 hướng để mở rộng tầm nhìn. Một số loài có cơ quan thị giác tiêu giảm hoàn toàn nhường chỗ cho cơ quan xúc giác và cơ quan phát sáng.

4.5. Không khí

Không có không khí thì không có sự sống. Không khí cung cấp O_2 cho các sinh vật hô hấp sản ra năng lượng dùng trong cơ thể. Cây xanh lấy CO_2 từ không khí để tiến hành quang hợp. Dòng không khí chuyển động có ảnh hưởng rõ rệt đến nhiệt độ, độ ẩm. Dòng không khí đối lưu thẳng đứng và gió nhẹ có vai trò quan trọng trong phát tán vi sinh vật, bào tử, phấn hoa...Tuy nhiên khi thành phần không khí bị thay đổi (do ô nhiễm) hoặc gió mạnh cũng gây tổn hại cho sinh vật.

Trong quá trình tiến hóa, sinh vật ở cạn hình thành muộn hơn sinh vật ở nước. Môi trường không khí trên mặt đất phức tạp hơn và thay đổi nhiều hơn môi trường nước, đòi hỏi các cơ thể sống có những tính chất thích nghi cao hơn và mềm dẻo hơn.

Khi nghiên cứu các đặc điểm không khí có ảnh hưởng đến đời sống sinh vật, người ta thường chú ý đến các đặc trưng về độ đậm đặc, áp suất, và thành phần không khí.

4.6. Đất

Đất là một nhân tố sinh thái đặc biệt quan trọng cho sinh vật ở cạn. Con người được sinh ra trên mặt đất, sống và lớn lên nhờ đất, và khi chết đi lại trở về với đất. Theo Docutraiép (1879) thì *Đất là một vật thể thiên nhiên cấu tạo độc lập, lâu đời do kết quả của quá trình hoạt động tổng hợp của 5 yếu tố hình thành đất gồm: đá, thực vật, động vật, khí hậu, địa hình và thời gian*. Sau này người ta còn bổ xung thêm một số yếu tố khác, nhất là vai trò của con người. Chính con người đã làm thay đổi khá nhiều tính chất đất, và có khi đã tạo ra một loại đất mới chưa hề có trong tự nhiên như đất lúa nước.

Về vai trò của đất đối với con người, người ta thường hay nói tới đất là môi trường sống của con người và sinh vật ở cạn, đất là nền móng cho toàn bộ công trình xây dựng, đất cung cấp trực tiếp hay gián tiếp cho sinh vật ở cạn các nhu cầu thiết yếu cho sự tồn tại và phát triển. Riêng đối với con người, đất còn có giá trị cao về mặt lịch sử, tâm lý và tinh thần.

Khi nghiên cứu về đất trong sinh học, người ta thường quan tâm tới các đặc trưng như cấu trúc, nước trong đất, độ chua, tính hấp phụ, thành phần cơ giới, kết cấu, độ phì nhiêu.

Tuy các điều kiện sinh thái trong đất không đồng nhất, nhưng dù sao thì đất vẫn là môi trường khá ổn định, do đó mà trong đất có một hệ sinh thái rất phong phú. Ngoài hệ rễ chằng chịt của các loài cây, trong đất còn có rất nhiều sinh vật. Trung bình trên 1m^2 lớp đất mặt có hơn 100 tỷ tế bào động vật nguyên sinh, hàng triệu trùng bánh xe, hàng triệu giun tròn, nhiều ấu trùng sâu bọ, giun đất, thân mềm, và các động vật không xương sống khác.

Chế độ ẩm, độ thoáng khí và nhiệt độ cùng với cấu trúc lớp đất mặt đã ảnh hưởng sâu sắc đến sự phân bố các loài thực vật và hệ rễ của chúng. Hệ rễ của các loài cây gỗ vùng băng giá thường phân bố nông nhưng rộng. Vùng sa mạc có loài cây rễ ăn lan sát mặt đất hút sương đêm, nhưng cũng có loài rễ ăn sâu tới trên 20m, lấy nước ngầm trong khi bộ phận trên mặt đất giảm thiểu việc sử dụng đất tới mức tối đa như cỏ lạc đà (*Allagi camelorum*). Ở vùng đầm lầy phân lớn các loài cây gỗ đều có rễ cọc chết sớm hoặc không phát triển, nhưng hình thành nhiều rễ bên xuất phát từ gốc thân...

Trong phần trên chúng ta đã xem xét mối quan hệ của các loài sinh vật với ngoại cảnh, những kiến thức đó thuộc về lĩnh vực sinh thái học cá thể (autoecology). Qua sinh thái học cá thể, xác định được yêu cầu sinh thái của từng cá thể của mỗi loài đối với từng nhân tố ngoại cảnh (nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm...), đồng thời thấy được tác động của các nhân tố ngoại cảnh lên hình thái, sinh lý và tập tính... của sinh vật. Theo đó mà giải thích sự phân bố địa lý, sự phân bố theo sinh cảnh, v.v... của sinh vật.

5. MỐI QUAN HỆ GIỮA CON NGƯỜI VÀ MÔI TRƯỜNG

Sự sống trên bề mặt Trái đất được phát triển như một sự tổng hợp các mối quan hệ tương hỗ giữa sinh vật và môi trường. Trong thời đại chúng ta, ảnh hưởng mạnh mẽ nhất giữa sinh vật và môi trường chính là trí tuệ của xã hội loài người lên sinh quyển làm thành một hệ thống gọi là trí quyển. Xã hội loài người bao gồm nhiều dân tộc với truyền thống văn hóa, lịch sử, tín ngưỡng, niềm tin và thể chế chính trị khác nhau, và cũng rất khác nhau về sự phát triển kinh tế, điều kiện môi trường và chất lượng cuộc sống. Nhận thức về ý nghĩa của sự khác biệt đó cũng không giống nhau và luôn thay đổi.

Một nguyên tắc cơ bản của xã hội loài người để có được một cuộc sống vững bền là đòi hỏi sự hợp tác và hỗ trợ lẫn nhau. Đó là nguyên tắc đạo đức, có nghĩa là sự phát triển của nước này không được làm phương hại đến quyền lợi của nước khác, phải chia sẻ một cách công bằng những phúc lợi và chi phí trong việc sử dụng tài nguyên và bảo vệ môi trường giữa các cộng đồng, giữa người nghèo và người giàu, giữa thế hệ chúng ta và các thế hệ mai sau. Đó chính là lối sống đích thực mang đậm tính nhân văn. Lối sống chính là giá trị đạo đức và nghĩa vụ, nhất là nghĩa vụ quan tâm đến người khác, tôn trọng thiên nhiên mà nhiều nền văn hóa, tôn giáo trên thế giới đã nhận thức được trong nhiều thế kỷ qua. Điều quan trọng là xây dựng được một lối sống đảm bảo được

sự kết hợp giữa bảo vệ và phát triển. Bảo vệ nhằm giới hạn các hoạt động của chúng ta trong khả năng của Trái đất; phát triển là nhằm tạo điều kiện cho con người dù bất kỳ ở đâu cũng có được cuộc sống đầy đủ, lành mạnh và lâu bền cả về mặt thể chất và tinh thần.

Quan hệ giữa con người và môi trường xét trên tổng thể bao gồm cả hệ thống tự nhiên và kinh tế xã hội tạo nên một hệ thống có tên gọi là hệ Sinh thái Nhân văn. Theo tiến sỹ Terry A. Rambo (T.Rambo và E.S. Percy, 1984) thì Sinh thái nhân văn là khoa học nghiên cứu về mối quan hệ tương hỗ giữa con người và môi trường. Khái niệm này dựa trên nguyên tắc quan hệ có hệ thống giữa xã hội loài người (hệ thống xã hội) và môi trường thiên nhiên (hệ sinh thái). Mục đích của nghiên cứu sinh thái nhân văn là tìm hiểu và nhận biết các đặc điểm và các mối quan hệ qua lại giữa những hệ thống này và sự hình thành những hình thái đặc trưng trong hệ thống xã hội và hệ sinh thái. Nghiên cứu sinh thái nhân văn tập trung vào ba vấn đề sau:

- Các dòng năng lượng, vật chất và thông tin chuyển từ hệ sinh thái đến hệ thống xã hội và ngược lại là gì?
- Hệ thống xã hội thích nghi và phản ứng trước những thay đổi trong hệ sinh thái như thế nào?
- Những hoạt động của con người đã gây nên những tác động gì đối với hệ sinh thái?

6. Ý NGHĨA CỦA SINH THÁI HỌC TRONG ĐỜI SỐNG VÀ SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

Sinh thái học đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong lịch sử phát triển của xã hội loài người. Chính nhờ những hiểu biết về môi trường xung quanh mà loài người tồn tại và phát triển. Mọi hoạt động của con người đều có quan hệ đến môi trường. Khoa học môi trường và sinh thái học đóng góp cho văn minh nhân loại cả về lý luận và thực tiễn.

- Giúp con người hiểu biết sâu hơn về bản chất của sự sống trong mối tương tác với các yếu tố môi trường, cả hiện tại và quá khứ trong đó bao gồm cả cuộc sống và sự tiến hoá của con người.
- Tạo kết quả và định hướng cho hoạt động của con người đối với tự nhiên để phát triển văn minh nhân loại theo đúng nghĩa hiện đại của nó: không huỷ hoại sinh giới và không phá huỷ môi trường.

Trong lĩnh vực nông lâm nghiệp có hai loại nhiệm vụ đặt ra cho sinh thái học:

- Đấu tranh có hiệu quả đối với các dịch bệnh và cỏ dại, đòi hỏi nghiên cứu không chỉ với các loài có hại, mà việc đề ra các nguyên lý chiến lược và biện pháp phòng chống trên cơ sở sinh thái học.
- Đề ra các nguyên tắc và phương pháp thành lập các sinh quần xã nông - lâm nghiệp thích hợp, cho năng suất sinh học và kinh tế cao, sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên thiên nhiên, cũng như có khả năng bảo vệ và cải tạo môi trường đất, duy trì sức sản xuất lâu dài.

Trong lĩnh vực bảo vệ sức khỏe, vấn đề sinh thái trung tâm là nghiên cứu các ổ dịch tự nhiên đối với con người và gia súc; tìm phương pháp vệ sinh ổ dịch. Vấn đề sinh thái đặc biệt to lớn và quan trọng, phức tạp là đấu tranh với ô nhiễm và với sự

đầu độc môi trường bởi quá trình đô thị hoá diễn ra nhanh chóng và sản xuất nông nghiệp phát triển mạnh mẽ.

Trong việc phát triển nghề cá, săn bắt đòi hỏi phải tăng cường nghiên cứu các chu trình sống, tập tính di truyền, sinh sản của các loài, quan hệ dinh dưỡng của chúng; nghiên cứu lý thuyết và phương pháp thuần dưỡng.

Trong bảo vệ đa dạng sinh học, vấn đề mũi nhọn là bảo vệ và khôi phục các loài quý hiếm. Loài người không được để mất đi một loài sinh vật nào đã tồn tại trong thiên nhiên, vì bất kỳ một loài nào cũng đều có một giá trị khoa học và kinh tế không trong hiện tại thì cũng trong tương lai. Vấn đề cấp thiết là việc thiết lập các vườn quốc gia, các hệ thống khu bảo vệ và đề ra các nguyên tắc bảo vệ thiên nhiên. Các khu bảo vệ không chỉ là những mẫu hình của tự nhiên mà còn là những phòng thí nghiệm sinh thái học ngoài trời.

Sinh thái học là cơ sở cho công tác nghiên cứu các biện pháp ngăn ngừa ô nhiễm và đầu độc môi trường. Cần phải nghiên cứu các nguyên tắc và phương pháp sinh thái học đảm bảo thiết lập mối quan hệ giữa con người và thiên nhiên làm cho thiên nhiên ngày càng phong phú và phát triển.



Tóm tắt

- Sinh thái học là môn khoa học về cấu trúc và chức năng của thiên nhiên mà đối tượng của nó là tất cả các mối quan hệ tương hỗ giữa sinh vật với môi trường, hay nói cách khác, sinh thái học là một môn khoa học nghiên cứu và ứng dụng những qui luật hình thành và hoạt động của tất cả các hệ sinh học.
- Sinh thái học là một khoa học tổng hợp, những kiến thức của nó bao gồm nhiều môn khoa học khác như động vật học, thực vật học, sinh lý học, sinh hoá học, di truyền học, tiến hoá học, trồng trọt, chăn nuôi, xã hội... Như vậy, có thể nói sinh thái học vừa là khoa học tự nhiên vừa là khoa học xã hội.
- Trong thiên nhiên, các sinh vật có quan hệ với nhau tạo thành hệ thống cấu trúc có thứ bậc từ thấp đến cao. Bốn mức độ tổ chức mà sinh thái học sẽ đề cập là cấp *cá thể*, *quần thể*, *quần xã* và *hệ sinh thái*. Tại mỗi mức độ tổ chức, các sinh vật có những đặc trưng riêng thể hiện mối quan hệ thích nghi của chúng với nhau và với môi trường sống.
- Mỗi yếu tố sinh thái khi tác động lên sinh vật thì chúng chỉ thích ứng được trong một khoảng giá trị nhất định. Ngoài khoảng đó các sinh vật sẽ bị chết. Khoảng thích ứng đó được gọi là *khoảng chống chịu* hoặc *biên độ sinh thái*. Biên độ sinh thái của một loài sinh vật nào đó càng rộng thì loài đó càng dễ thích nghi với sự thay đổi của các điều kiện môi trường.
- Nhìn chung, các nhân tố sinh thái đều tác động lên sinh vật thông qua 4 đặc tính: bản chất, cường độ, tần số và thời gian tác động. Về bản chất, các yếu tố sinh thái được chia ra làm hai nhóm: yếu tố vô sinh và yếu tố hữu sinh. Các yếu tố này tác động lên sinh vật không có tính đơn lẻ mà chúng ảnh hưởng mang tính tổng hợp lên cùng một đối tượng sinh vật. Hiểu được bản chất tác động của các yếu tố sinh thái lên sinh vật sẽ có ý nghĩa thực tiễn to lớn trong đời sống con người.

Câu hỏi ôn tập

1. Sinh thái học là gì? Vai trò của sinh thái học đối với đời sống con người và sản xuất nông nghiệp?
2. Môi trường là gì? Có bao nhiêu loại môi trường?
3. Yếu tố sinh thái là gì? Có những loại nhân tố sinh thái nào?
4. Biên độ sinh thái là gì? Sự khác biệt giữa định luật Liebig và Shelforff là gì? Định luật nào đề cập đến biên độ sinh thái?
5. Nhân tố nhiệt độ có ảnh hưởng như thế nào đến đời sống sinh vật? Cho một vài ví dụ minh họa.
6. Giải thích tại sao trong đánh giá đất đai cho cây trồng hoặc trong dự đoán sự phát triển của sâu bệnh lại phải sử dụng số liệu của rất nhiều điều kiện tự nhiên khác nhau như dinh dưỡng đất, độ ẩm, nhiệt độ, bức xạ mặt trời v.v?
7. Sinh thái nhân văn là gì?

TÀI LIỆU ĐỌC THÊM

Cao Liêm -Trần Đức Viên, 1990

Sinh thái học nông nghiệp và Bảo vệ môi trường (2 tập). Nhà xuất bản Đại học và Giáo dục chuyên nghiệp. Hà Nội.

Lê Văn Khoa (chủ biên), 2001.

Khoa học môi trường. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

Trần Đức Viên, Phạm Văn Phê, 1998.

Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

Eugene P. Odum, 1983.

Basic ecology. Saunders College Publishing House.

Penelope Reville, Charles Reville, 1984.

The Environment - Issues and choices for society. Willard Grant Press.

Eldon D. Enger, Bradley F. Smith, 2000.

Environmental science - A study of interrelationships. McGraw-Hill Publishing House.

CHƯƠNG HAI

QUẦN THỂ SINH VẬT



Nội dung

Trong chương này, chúng ta nghiên cứu sinh thái học ở mức độ cao hơn cá thể, đó là mức độ quần thể. Mức độ tổ chức này có những đặc trưng sinh thái học không thể tìm thấy ở các cá thể đơn lẻ, chúng một mặt thể hiện mối quan hệ giữa các cá thể trong quần thể, mặt khác là quan hệ giữa quần thể và ngoại cảnh, và chính những mối quan hệ ấy quyết định sự biến động số lượng các cá thể trong quần thể.

Các nội dung sau đây sẽ được đề cập trong chương 2:

- ✿ Khái niệm và phân loại quần thể
- ✿ Mật độ quần thể
- ✿ Thành phần tuổi và giới tính của quần thể
- ✿ Sự phân bố cá thể trong quần thể
- ✿ Tỷ lệ sinh sản và mức tử vong
- ✿ Biến động số lượng cá thể trong quần thể

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần:

- Nắm được khái niệm thế nào là quần thể
- Mô tả được các đặc trưng cơ bản của quần thể
- Phân biệt được sự khác biệt cơ bản giữa tác động của nhân tố sinh thái lên quần thể và tác động của nhân tố sinh thái lên các cá thể đơn lẻ.
- Phân tích được cơ chế duy trì trạng thái cân bằng của các quần thể sinh vật.

1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI QUẦN THỂ SINH VẬT

1.1. Khái niệm

Theo E.P.Odum (1971), thì quần thể là một nhóm cá thể của một loài (hoặc các nhóm khác nhau, nhưng có thể trao đổi về thông tin di truyền), sống trong một khoảng không gian xác định, có những đặc điểm sinh thái đặc trưng của cả nhóm, chứ không phải của từng cá thể riêng biệt.

Các đặc trưng đó là: (1) mật độ, (2) tỷ lệ sinh sản, mức tử vong, (3) phân bố của các sinh vật, (4) cấu trúc tuổi và giới tính, (5) biến động số lượng quần thể.

Quá trình hình thành quần thể là một quá trình lịch sử, quá trình này biểu hiện mối quan hệ của nhóm cá thể đối với môi trường xung quanh. Mỗi quần thể có một tổ chức, một cấu trúc riêng. Những cấu trúc này biểu hiện các đặc tính của quần thể.

1.2. Phân loại quần thể

Quần thể là hình thức tồn tại của loài trong điều kiện cụ thể của môi trường sống. Một loài có thể bao gồm rất nhiều quần thể. Hay nói khác đi, một loài bao gồm một tổ hợp phức tạp những tập hợp những sinh vật mang tính lãnh thổ và sinh thái đặc trưng.

Tập hợp các sinh vật trong loài mang tính chất lãnh thổ khác biệt lớn được gọi là đơn vị *dưới loài*. Dưới loài chiếm một phần lãnh thổ của khu phân bố của loài mang tính chất địa lý thống nhất. Dưới loài lại chia thành các *quần thể địa lý*. Các quần thể địa lý khác nhau trước hết bởi các đặc tính về khí hậu và cảnh quan vùng phân bố. Quần thể địa lý lại phân thành những *quần thể sinh thái*. Quần thể sinh thái bao gồm một tập hợp cá thể cùng sinh sống trên một khu vực nhất định, ở đây mọi nhân tố ngoại cảnh tương đối đồng nhất, gọi là sinh cảnh (*biotope*). Nếu sinh cảnh không thật đồng nhất mà lại chia thành nhiều khu vực nhỏ khác, thì quần thể lại chia thành những *quần thể yếu tố* sống trên những khu vực nhỏ có những điều kiện sinh thái khác nhau kể trên.

Trong nội bộ quần thể của nhiều loài động vật còn hình thành những nhóm động vật (bầy, đàn...) tạo điều kiện cho việc sử dụng nguồn sống cũng như các điều kiện ngoại cảnh môi trường tốt hơn, và từ đó cũng hình thành những lối sống thích hợp đặc trưng.

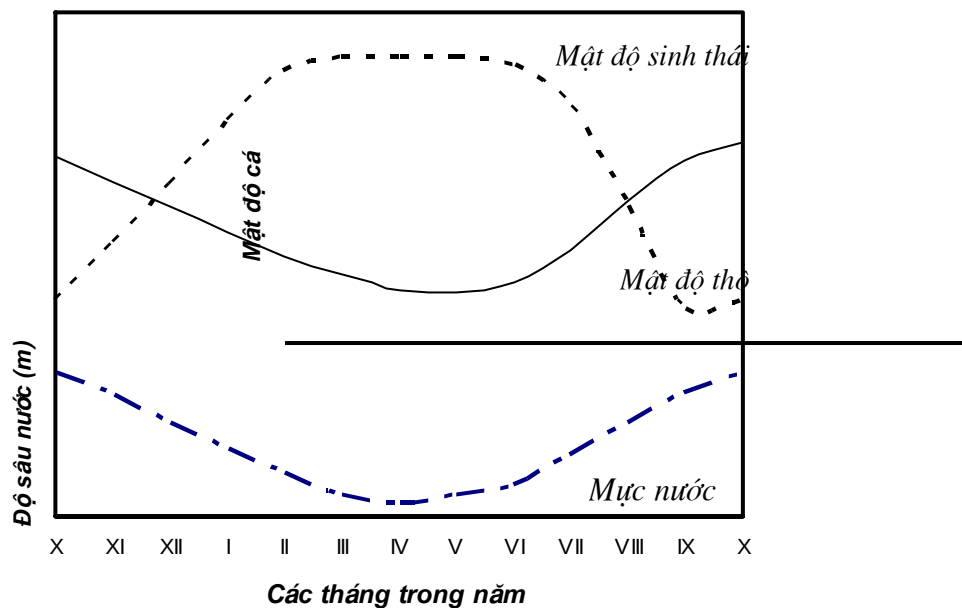
Các quần thể dù phân chia ở mức nào thì chúng cũng phải mang những đặc tính chung mà quần thể có. Các nội dung dưới đây sẽ đề cập tới các đặc trưng cơ bản của quần thể.

2. ĐẶC ĐIỂM VÀ NHỮNG HOẠT ĐỘNG CƠ BẢN CỦA QUẦN THỂ SINH VẬT

2.1. Mật độ quần thể

Mật độ quần thể là một đại lượng biểu thị số lượng của quần thể trong một đơn vị không gian sống. Mật độ quần thể thường được tính bằng số lượng cá thể hay sinh khối của quần thể trên một đơn vị diện tích hay thể tích, ví dụ: 50 cây/m², 3 triệu vi sinh vật/cm³ đất, 300 kg cá/sào diện tích mặt nước, v.v...

Mật độ bao gồm hai loại: *mật độ thô* (được tính bằng số lượng hoặc sinh khối sinh vật trong tổng không gian) và mật độ riêng hay *mật độ sinh thái* (được tính bằng số lượng hoặc sinh khối sinh vật trong diện tích hay không gian thực mà quần thể đó chiếm cứ). Hai thông số trên luôn thay đổi theo thời gian và chúng đôi khi biến động ngược chiều nhau như ví dụ dưới đây.



Hình 1. Sự biến động mật độ sinh thái và mật độ thô của quần thể cá ở Florida

(Nguồn: After Kahl, 1964)

Vào mùa đông khô hanh, mực nước hạ thấp, số lượng cá giảm mạnh nên mật độ thô cũng giảm. Tuy nhiên xu thế cá lại sống tập trung vào các khu vực nhỏ do áp lực của điều kiện môi sinh và của chim ăn cá. Vì vậy không gian thực mà cá sinh sống bị thu hẹp dẫn đến mật độ sinh thái tăng lên.

Mật độ quần thể được coi là một trong những đặc tính cơ bản, vì nó quyết định nhiều đặc tính khác của quần thể. Nó không những biểu hiện khoảng cách không gian trung bình giữa các cá thể, khả năng cạnh tranh của các cá thể trong quần thể mà nó còn biểu thị mức độ tác động của quần thể đối với quần xã nói chung.

Mỗi quần thể có một mật độ riêng, mật độ ấy phụ thuộc vào nhiều yếu tố như các nhân tố môi trường (nhân tố vô sinh, nhân tố hữu sinh), cấu trúc nội tại của quần thể (ví dụ, tỷ lệ con cái cao thì sinh sản tăng...); môi trường sống của mỗi quần thể có những điều kiện nhất định và luôn thay đổi nên mật độ quần thể cũng biến đổi theo, nghĩa là sự biến động số lượng còn biểu thị khả năng thích nghi của quần thể với những biến đổi của điều kiện sống. Sự biến động số lượng này ở mỗi quần thể đều có giới hạn riêng của nó. Giới hạn trên của mật độ được xác định bởi dòng năng lượng trong hệ sinh thái

(bằng sức sản xuất), bởi bậc dinh dưỡng của sinh vật đó cũng như bởi trị số và cường độ trao đổi chất của cơ thể.

Một trong những khó khăn lớn nhất gặp phải khi đo và biểu thị mật độ là các cá thể trong quần thể thường phân bố không đồng đều trong không gian mà lại hình thành nên những đám hoặc những tập đoàn to nhỏ khác nhau. Vì vậy khi xác định mật độ cần phải chú ý đặc biệt tới kích thước và số lượng điểm quan trắc.

Đối với các trường hợp, khi cần biết xu thế biến đổi của quần thể hoặc khi không có khả năng xác định mật độ tuyệt đối thì chỉ cần xác định số lượng tương đối. Bởi vậy, các thuật ngữ như “rất nhiều”, “thường gặp”, “hiếm”... là thích hợp nhất đối với các trường hợp có thể đo hoặc đánh giá bằng một chỉ tiêu nào đó có giá trị để so sánh.

Người ta thường dùng một số phương pháp sau để đánh giá mật độ:

- Kiểm kê tổng số: Phương pháp này được áp dụng đối với các sinh vật lớn, hoặc đối với các sinh vật dễ nhận biết, hoặc đối với các sinh vật sống thành tập đoàn.
- Phương pháp lấy mẫu theo diện tích: Phương pháp này gồm việc thống kê và cân đong các sinh vật trong một số khu vực tương ứng hoặc trong các mặt cắt có kích thước thích hợp để xác định mật độ trong diện tích nghiên cứu.
- Phương pháp đánh dấu và bắt lại: áp dụng đối với các động vật hiếu động hoặc côn trùng. Người ta bắt, đánh dấu và thả ra một phần nhất định của quần thể, và sau đó xác định tỷ lệ các cá thể đánh dấu bị bắt lại, trên cơ sở đó đánh giá số lượng của toàn bộ quần thể.

2.2. Cấu trúc tuổi và giới tính của quần thể

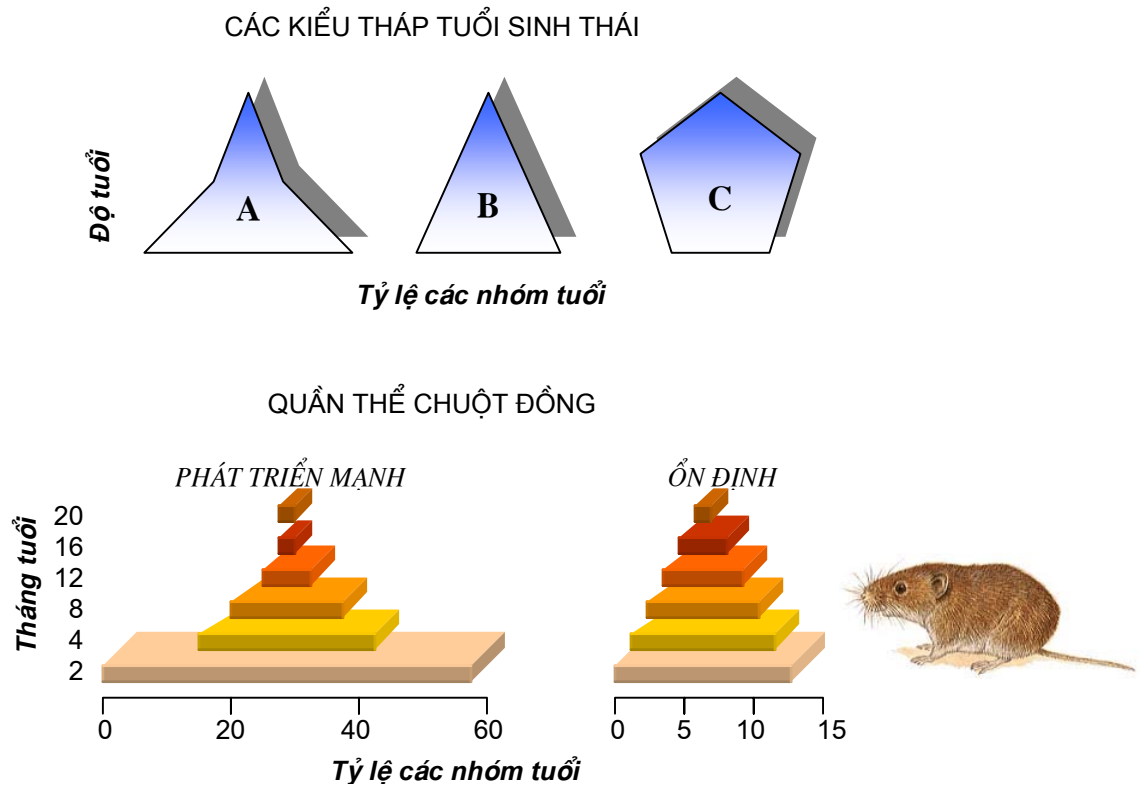
a) Cấu trúc tuổi

Cấu trúc tuổi của quần thể là một đặc tính quan trọng ảnh hưởng đến cả khả năng sinh sản và mức tử vong của quần thể đó. Bởi vậy, tương quan của các nhóm tuổi khác nhau trong quần thể quyết định khả năng sinh sản của chúng ở thời điểm hiện tại và cho thấy điều gì sẽ xảy ra đối với quần thể đó trong tương lai. Thường trong các quần thể phát triển nhanh thì có tỷ lệ cá thể non chiếm ưu thế; trong các quần thể ổn định thì sự phân bố của các nhóm tuổi tương đối đồng đều hơn và trong các quần thể có số lượng đang suy giảm thì gồm nhiều cá thể già hơn.

Trong một quần thể có thể xảy ra sự thay đổi về cấu trúc tuổi nhưng số lượng của chúng lại không biến đổi. Theo Lotka (1925), các quần thể có xu thế ổn định về tỷ lệ giữa các nhóm tuổi. Khi đã đạt được mức ổn định này, thì sự biến động bất thường của tỷ lệ sinh sản hoặc tử vong chỉ diễn ra trong một thời gian ngắn, sau đó quần thể lại tự quay về trạng thái ổn định.

Trong sinh thái học, người ta thường xác định cấu trúc tuổi theo ba nhóm cơ bản là (i) *trước sinh sản*, (ii) *sinh sản* và (iii) *sau sinh sản*. Thời gian của các nhóm tuổi so với thời gian sống có sự biến đổi rất lớn ở các loài sinh vật khác nhau. Với loài người, thời gian của ba “tuổi” này gần bằng nhau và mỗi tuổi chiếm khoảng 1/3 thời gian sống. Người cổ đại có thời gian sau sinh sản ngắn hơn nhiều. Đối với nhiều loài động vật và thực vật có thời gian tuổi trước sinh sản rất dài. Ở một số loài động vật, điển hình là côn trùng, thời gian tuổi trước sinh sản rất dài, thời gian tuổi sinh

sản rất ngắn và không có thời gian tuổi sau sinh sản. Những ví dụ điển hình có thể lấy ở thiêu thân và châu chấu. Ở thiêu thân (*Ephemeroidea*), ấu trùng phát triển kéo dài từ một đến vài năm với 17 tuổi (16 lần lột xác ở trong nước), còn dạng trưởng thành của chúng chỉ sống vắn vỏi có một vài ngày. Châu chấu có chu trình phát triển rất dài, nhưng có dạng trưởng thành sống trong gần một mùa. Rõ ràng là, khi phân tích những số liệu về cấu trúc tuổi cần phải tính đến thời gian của các tuổi sinh thái khác nhau.



Hình 2. Tháp tuổi sinh thái

Hình trên: Ba kiểu tháp sinh thái thể hiện sự khác biệt về tỷ lệ số cá thể non trong quần thể (A) nhiều; (B) trung bình; (C) ít.

Hình dưới: Tháp sinh thái của quần thể chuột đồng (*Microtus agrestis*). Phía trái là trạng thái phát triển bùng nổ số lượng (theo hàm số mũ); Phía phải là trạng thái quần thể có tỷ lệ sinh sản và tử vong xấp xỉ nhau. (Nguồn: Lesiie và Ranson, 1940)

Thành phần tuổi cho biết xu hướng phát triển của quần thể ấy, vì trong những giai đoạn nhất định của quần thể thì có những nhóm tuổi chiếm ưu thế. Để xác định cấu trúc tuổi của quần thể, nhất thiết phải có số liệu về sự phân bố theo tuổi thọ của cá thể và những dẫn liệu về tốc độ đặc trưng của sự tăng trưởng.

Khái niệm về sự phân bố ổn định của sinh vật theo lứa tuổi là rất quan trọng. Như trong trường hợp mà tỷ lệ sinh đẻ tối đa là một hằng số thì tính chất của sự phân bố ổn định là cơ sở để đánh giá thực chất sự phân bố theo dõi được. Đó còn là một hằng số giúp chúng ta phân tích được sự biến đổi phức tạp trong tự nhiên. Lý thuyết toàn vẹn về quần thể xuất phát từ chỗ cho rằng quần thể thực sự là một đơn vị sinh học, có các hằng số sinh học xác định và có các giới hạn biến đổi xác định.

b) Thành phần giới tính

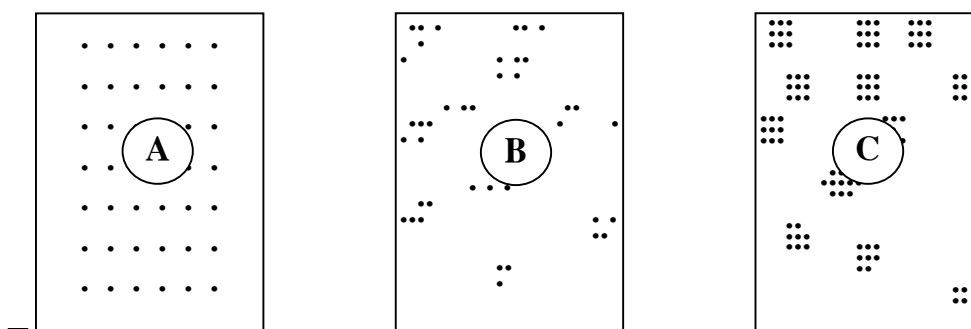
Thành phần giới tính mang đặc tính thích ứng của quần thể đối với những điều kiện sống của môi trường và để đảm bảo khả năng cũng như hiệu quả sinh sản chung của cả quần thể.

Trong một quần thể động vật, tỷ lệ giới tính khác nhau ở từng lứa tuổi và có ý nghĩa rất quan trọng với tập tính sinh dục của quần thể. Tập tính sinh dục phụ thuộc vào tỷ lệ giới tính của các nhóm tuổi trưởng thành, đảm bảo khả năng sinh sản lớn nhất. Thường tỷ lệ giới tính trong tự nhiên là 1:1, tỷ lệ này thay đổi theo nhóm tuổi, điều kiện môi trường, mùa, vùng phân bố địa lý... (ví dụ, tỷ lệ đực/cái của cá diếc ở hồ Tây là 37,3% trong khi ở hồ Ba Bể lại là 20% - Lê Vũ Khôi, 1980). Ở nhiều loài thú nhỏ và côn trùng, tỷ lệ giới tính này còn thay đổi tùy thuộc vào mật độ quần thể, vào thời điểm số lượng cá thể trong quần thể cao thì số cá thể đực cao hơn số cá thể cái và ngược lại; vào thời điểm số lượng cá thể trong quần thể thấp thì số cá thể cái lại nhiều hơn. Bởi vậy, nhiều nhà sinh thái học đã cho rằng, tỷ lệ giới tính là một phản ứng của quần thể với môi trường để điều chỉnh số lượng.

2.3. Sự phân bố cá thể trong quần thể

a) Sự phân bố không gian của quần thể

Các cá thể trong quần thể có thể phân bố tuân theo các hình thức sau: (1) ngẫu nhiên; (2) đồng đều; (3) thành nhóm (không có qui luật, nhưng cũng không phải là ngẫu nhiên).



Hình 3. Ba kiểu phân bố cơ bản của các cá thể trong quần thể

(A) Phân bố đồng đều; (B) Phân bố ngẫu nhiên; (C) Phân bố nhóm hợp.

Sự phân bố đồng đều có thể gặp ở những nơi mà giữa các cá thể có sự cạnh tranh rất gay gắt, hoặc có mâu thuẫn đối kháng (một số loài côn trùng, cá dữ, cây đòi hỏi ánh sáng cao...) hoặc gặp trong các quần thể nhân tạo, ở đó mật độ và khoảng cách do con người bố trí và chủ động điều khiển. Kiểu phân bố này có ưu điểm nổi bật là giúp các cá thể tận dụng được các yêu cầu ngoại cảnh một cách thuận lợi nhất.

Cây rừng khi đạt tới độ cao tương đối với tán tạo thành thảm che phủ kín thì phân bố của cây gỗ là tương đối đồng đều, bởi vì sự cạnh tranh ánh sáng ở các cây gỗ rất mạnh nên chúng có xu thế mọc cách đều nhau. Cánh đồng lúa, vườn cây ăn quả, rừng thông nhân tạo cũng là những ví dụ rất đặc trưng. Cây bụi ở hoang mạc thường phân bố rất đồng đều giống như được trồng tỉa thành hàng. Rõ ràng, ở đây nguyên nhân là sự cạnh tranh mạnh mẽ (có thể phân nào do tiết chất kháng sinh) ở trong môi trường có độ ẩm thấp.

Sự phân bố theo nhóm là hình thức phân bố thường gặp hơn. Nếu các cá thể trong quần thể có xu thế hình thành nhóm với kích thước nhất định (ví dụ, cặp đôi ở động vật, nhóm sinh trưởng ở thực vật ...) thì sự phân bố của các nhóm lại có xu thế phân bố đều hoặc ngẫu nhiên.

Sự phân bố ngẫu nhiên có thể tìm thấy trong các môi trường có tính đồng nhất cao và sinh vật không có xu thế sống tập trung. Park (1934) đã phát hiện rằng, trong môi trường thuần nhất của mình, ấu trùng một bọ nhỏ thường phân bố một cách ngẫu nhiên.

Cole (1946), khi nghiên cứu rất nhiều động vật không xương sống ở trong lớp thảm mục rừng chỉ tìm thấy ở nhện là có sự phân bố ngẫu nhiên. Trong công trình nghiên cứu khác, Cole cho biết rằng chỉ xác định được 4 trong số 44 loài thực vật có phân bố ngẫu nhiên. Tất cả các loài còn lại đều phân bố nhóm hợp ở mức độ khác nhau.

Tính chất đặc trưng của sự phân bố ngẫu nhiên là phương sai (V) bằng số trung bình (m); vì vậy, khi có sự phân bố ngẫu nhiên $V/m = 1$; sai số tiêu chuẩn lớn hơn trị số trung bình ($V/m > 1$) biểu thị cho phân bố theo nhóm; khi $V/m < 1$ ta có phân bố đều. Phương sai càng lớn hơn số trung bình bao nhiêu thì sự tập trung của nhóm càng lớn bấy nhiêu.

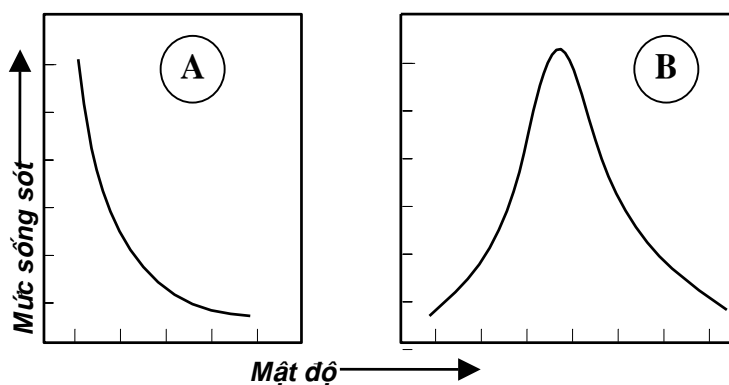
Khi nghiên cứu sự phân bố của các cá thể trong quần thể, Allee đã đưa ra qui luật phân bố quần tụ (aggregation).

b) *Qui luật quần tụ (nguyên tắc Allee)*

Quan hệ giữa các cá thể trong quần thể có thể là quan hệ hỗ trợ hoặc quan hệ đấu tranh (trực tiếp hay gián tiếp). Mỗi quan hệ sinh thái giữa các cá thể trong quần thể bảo đảm cho quần thể tồn tại và sử dụng tối ưu nguồn sống của môi trường để quần thể phát triển. Quan hệ hỗ trợ thể hiện qua hiệu quả nhóm

Trong phần lớn các trường hợp, quần thể sớm hay muộn đều có hiện tượng quần tụ các cá thể. Những quần tụ như thế xuất hiện có thể do sự khác biệt cục bộ của các điều kiện môi trường, do ảnh hưởng của những biến đổi thời tiết theo ngày đêm và theo mùa, hoặc do các quá trình sinh sản. Ở động vật bậc cao, xu hướng quần tụ còn do sự hấp dẫn của hợp quần (xã hội) nữa.

Khi nghiên cứu sự phân bố của các cá thể trong quần thể, Allee (1949) đã đưa ra quy luật quần tụ như sau : “*Độ quần tụ đem lại cực thuận cho khả năng sống và sự sinh trưởng của quần thể, nó thay đổi tùy theo loài và phụ thuộc vào điều kiện ngoại cảnh*”. Nguyên tắc này được minh họa bằng sơ đồ sau:



(A) Chỉ số sống sót giảm dần theo kích thước quần thể. Sự tăng trưởng và sống sót cao nhất ở mức mật độ thấp.

(B) Khi các sinh vật có hiện tượng quần tụ lại hoặc có hiệp tác đơn giản, tại một mức mật độ nhất định sẽ tỏ ra có nhiều thuận lợi nhất và có tỷ lệ sống sót đạt cực đại. (B) cho thấy sự dư thừa dân số cũng như dân số thưa thớt đều là có hại.

Hình 4. Mô phỏng

nguyên lý quần tụ Allee

Quần tụ có thể làm gia tăng sự cạnh tranh giữa các cá thể vì chất dinh dưỡng, thức ăn hay không gian sống; song, những hậu quả không thuận lợi đó lại được điều hoà cân bằng là nhờ ở chỗ chính quần tụ đã tạo điều kiện sống sót cho cả nhóm nói chung. So với những cá thể sống đơn độc thì những cá thể sống tập hợp thành nhóm thường có tỷ

lệ chết thấp hơn khi gặp điều kiện môi trường không thuận lợi hoặc khi bị các sinh vật khác tấn công. Bởi vì trong nhóm, bề mặt tiếp xúc của chúng với môi trường theo tỷ lệ khối thì nhỏ hơn, đồng thời nhóm còn có khả năng làm thay đổi vi khí hậu hay vi môi trường về phía có lợi cho nhóm. Mức độ quần tụ (cũng như mật độ tổng số) mà trong đó có sự phát triển và sống sót cực thuận của quần thể thay đổi theo loài và theo điều kiện sống, bởi vậy “dân cư thừa thớt” (hoặc không có quần tụ) cũng như sự “dư thừa dân số” đều có thể có ảnh hưởng tới giới hạn chống chịu của sinh vật.

Nhóm thực vật có khả năng đề kháng tốt với sự tác động của gió, hạn chế sự mất nước một cách có hiệu quả hơn là từng cá thể riêng biệt. Song ở những thực vật xanh, hậu quả có hại của sự cạnh tranh ánh sáng và chất dinh dưỡng thường rất nhanh chóng và ưu thế hơn sự nhóm họp. Ảnh hưởng có lợi của sự nhóm họp lên sự sống sót biểu hiện rõ rệt nhất ở động vật. Chẳng hạn như cá khi tụ tập thành nhóm có thể chịu đựng được liều độc lớn hơn so với các cá thể đơn độc. Hoặc các cá thể ong ở trong tổ hoặc trong quần tụ đơn giản đã thải và duy trì nhiệt đầy đủ cho tất cả các cá thể mà nếu với nhiệt độ ấy của môi trường thì các cá thể sống đơn độc đã bị chết.

Trong côn trùng, các dạng tổ chức xã hội phát triển nhất thường thấy ở mối (bộ cánh đều-*isoptera*) cũng như ở kiến và ong (bộ cánh màng-*Hymenoptera*), ở những loài chuyên hoá cao có sự phân công lao động thành ba “đẳng cấp” rõ rệt, cá thể thực hiện chức năng sinh sản (ví dụ, ong chúa), các cá thể ong thợ (nhiệm vụ của chúng là tìm kiếm thức ăn) và các cá thể lính (làm nhiệm vụ bảo vệ đàn); mỗi một đẳng cấp đều có đặc điểm hình thái đặc trưng. Vấn đề hiện nay đang được nhiều người quan tâm là xác định tối ưu cho các quần thể, các hệ sinh thái (cây trồng, động vật chăn nuôi và cả cho “quần tụ thành phố” của con người nữa).



Hình 5. Hiệu ứng quần tụ gặp ở đàn ong và trâu rừng

(Trái) Đàn ong bám đầy đặc trên bề mặt tổ để bảo vệ nhộng trong điều kiện lạnh.

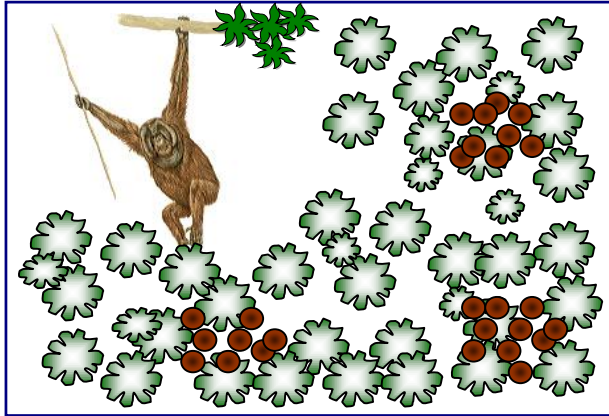
(Phải) Trâu đực đứng thành vòng tròn khi có tín hiệu nguy hiểm để bảo vệ cho các con non và con cái đứng phía trong.

c)

Sự cách li và chiếm cứ vùng sống

Song song với xu thế quần tụ của sinh vật thì hiện tượng các sinh vật tách ra khỏi quần thể, di cư từ nơi này sang nơi khác cũng luôn luôn xảy ra. Hiện tượng này diễn ra mạnh khi quần tụ đẩy quần thể đến tình trạng khủng hoảng do mật độ cao. Ngay cả ở điều kiện bình thường, trong một quần thể, từng cá thể hoặc từng “gia đình” vẫn có xu thế chiếm cứ một phạm vi lãnh thổ riêng cho mình.

Sự cách li là hiện tượng có một số cá thể trong quần thể tách ra khỏi quần thể. Sự cách li này thường đưa đến sự cách li về mặt sinh thái do điều kiện sống ở những nơi mới đến khác với nơi ở cũ. Sự cách li về mặt sinh thái biểu hiện ở đặc tính sinh sản khác nhau. Ví dụ, chúng có thể khác nhau về thời gian phát triển của từng pha vào thời kỳ sinh sản; do đó các cá thể trong những vùng cách li về mặt sinh thái dần dần sẽ không thể giao hợp có hiệu quả với các cá thể trong quần thể cũ nữa. Từ đó mà hình



thành nên những nòi sinh học (*biotype*) mới (nòi sinh học là tập hợp các nhóm cá thể trong quần thể sai khác về đặc điểm dinh dưỡng và tính chất sinh sản).

Bên cạnh sự cách li sinh thái còn có sự cách li địa lý, đó là kết quả tác động của nhân tố ngoại cảnh (khí hậu, thổ nhưỡng...) dẫn tới sự hình thành lên những quần thể địa lý mà có thể hình thành lên các loài phụ, các loài phụ này có thể phát triển thành các loài mới.

Hình 6. Sự chiếm cứ vùng sống của loài khỉ rú (*Alouatta villosa*) sống ở rừng Costa - Rica

Ba nhóm khỉ sống trong ba khu vực được biểu thị bằng những hình tròn đậm. Vào buổi sáng sớm, tất cả khỉ đục trong đàn cùng rú lên om sòm khoảng 1 giờ. Nhờ đó các nhóm khỉ nhận biết được vị trí của các nhóm lân cận nên tránh được cạnh tranh không đáng có do việc xâm nhập lãnh thổ của nhau.

(Nguồn: Emmel, 1973)

Sự cách li nói chung sẽ làm giảm tình trạng cạnh tranh, tạo điều kiện duy trì năng lượng vào những thời kỳ nguy kịch, ngăn ngừa sự dư thừa dân số và sự cạn kiệt nguồn thức ăn ở động vật và các hoạt chất sinh học, nước và ánh sáng ở thực vật. Nói cách khác, tính lãnh thổ tạo điều kiện thuận lợi để điều chỉnh số lượng quần thể ở mức thấp hơn so với mức bão hòa. Hiệu quả của hiện tượng cách li vùng sống được mô tả trong ví dụ về loài khỉ rú như ở Hình 6.

Mối quan hệ giữa các quần thể được thực hiện nhờ sự phát tán và di cư từ nơi này qua nơi khác của các cá thể của quần thể. Điều này có ý nghĩa sinh học rất lớn: tạo điều kiện cho giao phối xa, tránh sự giao phối đồng huyết, điều chỉnh số lượng quần thể, phân bố lại các cá thể của quần thể tương ứng với nguồn sống, tạo điều kiện cho sự mở rộng vùng phân bố của loài.

Quần tụ gia tăng sự cạnh tranh nhưng đồng thời cũng tạo nên rất nhiều ưu thế. Sự cách li (sự cách ly các cá thể trong quần thể) đã làm giảm bớt sự cạnh tranh, nhưng chắc chắn sẽ dẫn tới làm mất tính ưu thế đảm bảo cho dạng sống theo nhóm. Trong quá trình tiến hoá, cấu trúc đảm bảo cho sự ưu thế lâu dài đối với đời sống của từng loài sẽ được duy trì lâu nhất.

Trong các quần thể tự nhiên, chúng ta luôn luôn bắt gặp cả hai xu thế quần tụ và cách li. Trong các quần thể của một số loài có thể thấy chúng kết tiếp nhau và như vậy, chúng đã tận dụng ưu thế của cả hai hình thức trên. Ngoài ra, các cá thể khác nhau về tuổi và giới tính có thể có cách sống không giống nhau ngay trong cùng một mùa (ví dụ, các cá thể trưởng thành biểu hiện tính lãnh thổ, còn các cá thể non lại tập hợp thành nhóm).

2.4. Tỷ lệ sinh đẻ và tỷ lệ sống sót

a) *Tỷ lệ sinh đẻ*

Sự tăng trưởng của quần thể chịu ảnh hưởng trực tiếp của 2 quá trình: sinh sản và tử vong. Ngoài ra, nó còn phụ thuộc vào một số quá trình khác như sự phát tán, di cư của các cá thể trong quần thể.

Tỷ lệ sinh đẻ biểu thị tần số xuất hiện các cá thể mới của bất kỳ sinh vật nào, nó không phụ thuộc vào phương thức sinh sản (không phụ thuộc vào đẻ con, nở trứng, nảy mầm hay phân chia tế bào).

Tỷ lệ sinh đẻ tối đa (tỷ lệ sinh đẻ tuyệt đối hay tỷ lệ sinh đẻ sinh lý) - là sự hình thành số lượng các cá thể con cháu với khả năng tối đa theo lý thuyết ở trong điều kiện lý tưởng (khi không có các nhân tố sinh thái giới hạn và sự sinh sản chỉ bị giới hạn bởi các nhân tố sinh lý); đối với quần thể đại lượng này luôn ổn định. Trên thực tế tỷ lệ này rất ít gặp hoặc không tồn tại lâu, nhưng nó vẫn được quan tâm do hai nguyên nhân:

- Tỷ lệ sinh đẻ tối đa là tiêu chuẩn để so sánh với tỷ lệ sinh đẻ thực tế, nó là thước đo sự đối kháng của môi trường cản trở sự hoạt động của tiềm năng sinh học.
- Là đại lượng không đổi, tỷ lệ sinh đẻ tối đa được sử dụng để xác định và dự đoán tốc độ gia tăng của quần thể.

Thuật ngữ tỷ lệ sinh đẻ sinh thái hay tỷ lệ sinh đẻ thật hoặc đơn giản hơn là “tỷ lệ sinh đẻ”, biểu thị sự gia tăng của quần thể trong các điều kiện thực tế hay đặc trưng của môi trường. Đại lượng này biến đổi phụ thuộc vào kích thước, thành phần của quần thể và các điều kiện vật lý của môi trường và thường thấp hơn rất nhiều so với tỷ lệ sinh đẻ tối đa. Ví dụ, đối với chuột bạch khi còn sung sức, khi được nuôi bổ sung bằng các loại thức ăn nhiều đạm như tôm tép thì có thể đẻ tối đa 9 - 10 con trong một lứa, vượt xa trường hợp bình thường là 5 - 6 con một lứa.

Các tỷ lệ sinh đẻ thường được biểu thị dưới dạng chỉ số:

N : là toàn bộ quần thể hoặc chỉ là một phần của quần thể có khả năng sinh sản.

ΔN : số lượng cá thể mới được hình thành trong quần thể;

Δt : khoảng thời gian tính toán cho sự sinh đẻ;

$\Delta N/\Delta t = b$, hay tỷ lệ sinh đẻ;

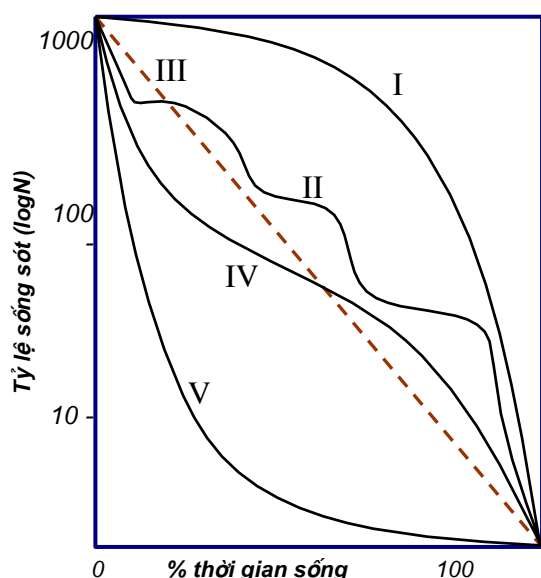
$\Delta N_n/N \cdot \Delta t = b$ hay tỷ lệ sinh đẻ đặc trưng (tỷ lệ sinh đẻ trên một đơn vị quần thể).

Có thể xác định tỷ lệ sinh đẻ đặc trưng như là tỷ lệ sinh đẻ đặc thù đối với các nhóm tuổi khác nhau của quần thể, hoặc tỷ lệ sinh đẻ theo tuổi. Tỷ lệ sinh đẻ đang được thảo luận ở đây đều thuộc về mức độ quần thể, chứ không phải thuộc về các cá thể cách li. Tỷ lệ sinh đẻ được thừa nhận ở đây là số đo trung bình, chứ không phải là của cá thể có khả năng sinh sản lớn nhất hay nhỏ nhất.

b) *Tỷ lệ sống sót*

Tỷ lệ sống sót của quần thể là kết quả của tỷ lệ sinh đẻ và tỷ lệ chết. Nếu gọi M là tỷ lệ số cá thể bị chết trong một khoảng thời gian nhất định thì tỷ lệ sống sót là $(1 - M)$; nói khác đi, số lượng sống sót của quần thể luôn luôn nhỏ hơn hoặc bằng 1.

Thường tỷ lệ sống sót được biểu thị bằng tuổi thọ của quần thể. Trong sinh thái học có hai khái niệm về tuổi thọ là tuổi thọ sinh lý hay tuổi thọ tối đa và tuổi thọ sinh thái hay tuổi thọ thực tế.



Nếu ghi các số liệu số lượng cá thể sống sót trong thời gian đầu mỗi một tuổi của 1000 cá thể được sinh ra theo khoảng cách thời gian lên trục hoành, và số lượng cá thể sống sót lên trục tung, ta có đường cong sống sót. Những đường cong như thế được lập theo thang nửa logarit, trong đó khoảng cách thời gian lên trục hoành xếp theo số phần trăm tuổi thọ trung bình, hay tuổi thọ tuyệt đối đã cho phép so sánh quần thể loài có tuổi thọ rất khác nhau. Ngoài ra, đường thẳng trên biểu đồ nửa logarit biểu thị hằng số sống sót đặc trưng.

Hình 7. Các dạng đường cong sống sót khác nhau

- (I) Đường cong lồi (tỷ lệ chết cao xảy ra chủ yếu vào thời gian gần cuối đời);
- (II) Đường cong bậc thang (tỷ lệ sống sót thay đổi rõ rệt qua các giai đoạn phát triển cá thể khác nhau);
- (III) Đường lí thuyết (thẳng) (tỷ lệ sống sót không thay đổi trong suốt cuộc đời);
- (IV) Đường cong lõm ít hoặc đường cong dạng chữ S;
- (V)- Đường cong lõm (tỷ lệ chết ở mức rất cao trong các giai đoạn đầu của vòng đời).

Các đường cong lồi nhiều biểu thị cho các quần thể có tỷ lệ chết duy trì ở mức độ thấp cho đến thời gian cuối của chu trình sống. Dạng này thường gặp ở động vật có vú và người hoặc các loài sinh vật bảo vệ con non tốt. Sự đối lập trực diện với đường cong trên là đường cong lõm nhiều (đường V); đường cong này có được khi mà trong các giai đoạn đầu, tỷ lệ chết ở mức cao. Kiểu sống sót này đặc trưng có các loài nhuyển thể, giáp xác và cây sồi; vào các giai đoạn ấu trùng bởi lợi tự do hoặc vào các giai đoạn nảy mầm của hạt cây sồi, tỷ lệ chết thường rất cao, nhưng một khi sinh vật đã bám được chắc chắn vào các giá thể thích hợp, thì tuổi thọ tăng lên rất nhiều. Ở những loài mà trong từng nhóm tuổi có đại lượng đặc trưng của sự sống sót tương đối ổn định thì đường cong sống sót thuộc dạng trung gian nên trong thang nửa logarit, các đường cong có dạng gần với đường chéo (đường III, IV).

Đường cong II đặc trưng cho các loài côn trùng có biến thái hoàn toàn, ví dụ như bướm. Mỗi đoạn đồ thị dốc nhiều tương ứng với pha trứng, pha ấu trùng trong thời kỳ hoá nhộng, đó là thời kỳ các cá thể rất nhạy cảm với môi trường sống hoặc không có khả năng tự vệ.

Đường III là đường không tồn tại ngoài thực tế bởi vì không có quần thể nào lại có tỷ lệ sống sót ổn định trong suốt cuộc đời. Đường cong lõm ít hoặc đường cong dạng chữ S (IV) là dạng đặc trưng đối với nhiều động vật phá hoại mùa màng (chim, chuột, thỏ...). Trong các trường hợp này, đại lượng tỷ lệ chết đạt mức cao ở các cá thể non, còn ở các cá thể trưởng thành thì lại thấp hơn và ổn định hơn.

Taber và Dasmann (1957) còn thấy dạng đường cong sống sót có thể thay đổi tùy thuộc vào mật độ quần thể; đường cong sống sót của quần thể đông đúc thường có dạng lõm nhiều hơn.

Ngoài tỷ lệ sinh đẻ và chỉ số tử vong, sự thay đổi số lượng quần thể còn do động lực thứ ba chi phối, đó là sự phát tán và di cư. Đây cũng chính là nguyên nhân hình thành nên những quần thể mới.

2.5. Biến động số lượng cá thể của quần thể

a) Các dạng biến động

Trong tự nhiên, số lượng cá thể của quần thể luôn biến động do sự thay đổi của môi trường vật lý (khí hậu, thời tiết ...), do các mối quan hệ nội tại trong quần thể và do các mối quan hệ tương tác với các quần thể bên cạnh. Nhìn chung, có hai loại biến động chính như sau:

- Hiện tượng biến động số lượng theo mùa, đây là biểu hiện của quá trình tự điều khiển số lượng của quần thể để thích nghi với những biến đổi theo mùa của điều kiện môi trường.
- Hiện tượng biến động số lượng theo năm. Hiện tượng biến động số lượng này lại chia làm hai loại:
 - *Hiện tượng biến động số lượng theo năm do những biến đổi của các nhân tố ngoài quần thể.*
 - *Hiện tượng biến động số lượng theo năm do những biến đổi nội tại của quần thể.*

Sự dao động số lượng có thể xảy ra trong một thời gian rất ngắn, tuân theo quy luật tăng trưởng hàm số mũ, vì thế mà số lượng một quần thể có thể vượt ra ngoài giới hạn của điều kiện sống. Điều đó tất yếu dẫn tới sự giảm sút về mặt số lượng cá thể. Ngoài ra người ta còn thấy khi số lượng của quần thể tăng lên thì có sự biến đổi đến sinh lý và di truyền của các cá thể trong quần thể, nhưng chưa biết được sự biến đổi sinh lý và di truyền có phải là nguyên nhân của sự biến động số lượng hay đó chỉ là kết quả của sự biến động này đối với sự biến động khác. Ví dụ, trong các điều kiện “dư thừa dân số” ở các động vật có xương sống bậc cao xuất hiện sự gia tăng tuyến trên thận, một trong những chuyển dịch cân bằng thân kinh - nội tiết, mà đến lượt mình lại có ảnh hưởng tới tập tính của động vật, ảnh hưởng tới tiềm lực sinh sản và tính chống chịu bệnh tật và tới những tác động bắt buộc khác. Tổ hợp những biến đổi đó thường làm cho mật độ quần thể giảm nhanh chóng. Chẳng hạn, khi mật độ đạt đến cực đại, thỏ thường bị chết do choáng.

Ở sinh vật còn có hiện tượng biến động số lượng theo chu kỳ, ví dụ: thỏ rừng cứ 9 -11 năm lại đạt số lượng cực đại một lần. Hiện tượng biến động số lượng theo chu kỳ có ý nghĩa thực tế rất lớn, một khi đã xác định được chu kỳ, chúng ta có khả năng dự đoán thời gian bùng nổ số lượng của một loài nào đó. Từ đây mà tìm ra những biện pháp khống chế các loài có hại và tăng cường các loài có lợi.

Sự điều chỉnh số lượng theo chu kỳ được thực hiện ở bậc hệ sinh thái, chứ không phải ở bậc quần thể, nghĩa là ngoài những nguyên nhân khác thì sự biến động số lượng của quần thể còn là do mối quan hệ giữa các quần thể với nhau (ví dụ, mối quan hệ dinh dưỡng, mối quan hệ ký sinh - vật chủ...).

Sự biến động số lượng của quần thể là sự trả lời thích nghi đối với các điều kiện cụ thể mà trong đó quần thể tồn tại. Trong các hệ sinh thái có cấu trúc đơn giản, số lượng quần thể thường phụ thuộc chủ yếu vào các điều kiện vật lý, còn trong các hệ sinh thái phức tạp hoặc không bị khống chế bởi sự điều chỉnh vật lý bắt buộc, thì số lượng được điều chỉnh bởi các yếu tố sinh thái học là chủ yếu. Tất cả các hệ sinh

thái cũng như các quần thể đều biểu hiện xu thế tiến hoá rõ rệt dựa trên cơ sở của sự chọn lọc tự nhiên nhằm đạt được trạng thái tự điều chỉnh, mặc dù đạt được trạng thái đó trong điều kiện ảnh hưởng bắt buộc của môi trường là vô cùng khó khăn. Sự điều chỉnh trong quần thể là chức năng của hệ sinh thái, đồng thời các quần thể cũng có xu hướng tiến hoá theo hướng điều hoà làm cho mật độ của chúng tồn tại ở mức tương đối thấp so với tiềm năng trên của dung tích nơi ở.

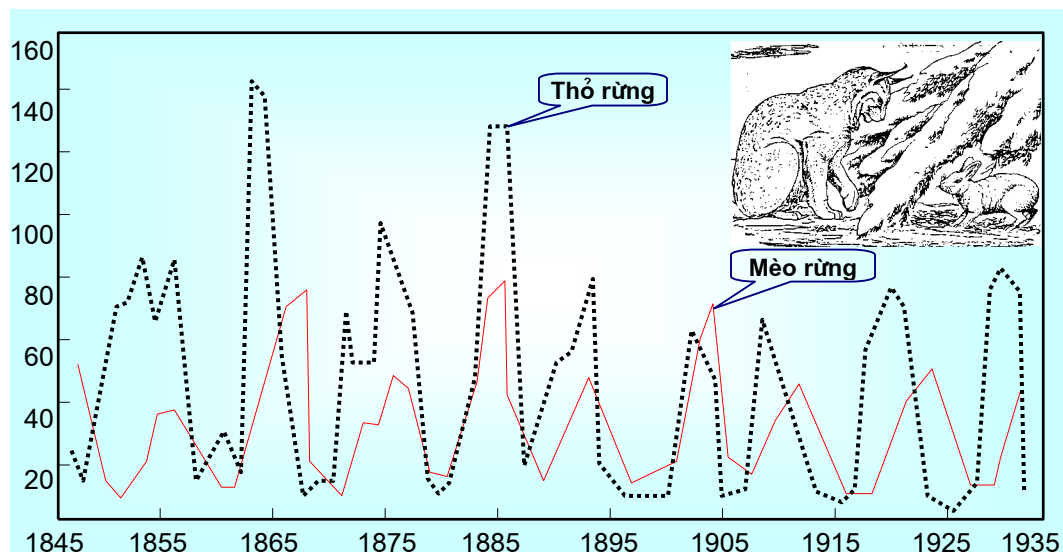
Bất kỳ một yếu tố nào - không kể là giới hạn hay thuận lợi - đều có thể là:

- Các yếu tố không phụ thuộc vào mật độ, nếu ảnh hưởng của nó không phụ thuộc vào kích thước của quần thể.
- Các yếu tố phụ thuộc mật độ (các yếu tố bị chi phối bởi mật độ), nếu ảnh hưởng của nó là chức năng của mật độ quần thể.

Ví dụ: sự tác động của các yếu tố khí hậu thường là không phụ thuộc mật độ; sự tác động của các yếu tố sinh học (cạnh tranh, ký sinh...) thường lại phụ thuộc mật độ.

Ở những nơi nào mà điều kiện khí hậu thích hợp cho sự sinh trưởng - phát triển của sinh vật và các nhân tố khí hậu ít thay đổi thì yếu tố quan trọng chi phối là yếu tố phụ thuộc mật độ (ví dụ, vùng nhiệt đới - trừ miền Bắc Việt nam); còn những nơi điều kiện thời tiết bất thuận hoặc những khu vực ranh giới của loài, những vùng có vĩ độ cao thì yếu tố không phụ thuộc mật độ (yếu tố vô sinh) ảnh hưởng mạnh mẽ hơn.

Sự biến động số lượng quần thể còn được chia ra làm hai dạng là biến động có chu kỳ và biến động không có chu kỳ. Biến động số lượng cá thể theo chu kỳ đều lại được chia thành biến động theo chu kỳ có tần số nhiều năm (như trường hợp của linh miêu và thỏ rừng ở Bắc Mỹ), và biến động theo chu kỳ mùa (như trường hợp bọ trĩ hoa hồng Úc, hay số lượng động vật đáy ở ruộng chiêm trũng Hà Nam). Biến động không có chu kỳ cũng được chia thành biến động số lượng không đều chung quanh một giá trị trung bình sau một thời gian ngắn (như trường hợp diệc sấm ở hồ Thames), và sự đột biến về số lượng cá thể của quần thể, nguyên nhân có thể là do thiên tai, dịch bệnh hay do hoạt động của con người (như trường hợp năm 1859 nhập 12 đôi thỏ châu Âu vào trại chăn nuôi Victoria, 3 năm sau số lượng của chúng đã tràn ngập lãnh thổ hai vùng Quinslan và nam Úc, và đến năm 1900 thì chúng bành trướng số lượng ra khắp lục địa này; hay năm 1937 người ta đưa vào Washington 2 chim trĩ đực và 5 con cái để nuôi trên đảo Bảo vệ, đến năm 1942 chúng đã đạt đến số lượng cực đại là 1.800 cá thể; trường hợp ốc bươu vàng phá hoại mùa màng trong những năm 1996-1997 ở Việt Nam cũng là một ví dụ...).



Hình 8. Biến động số lượng của thỏ rừng (*Lepus americanus*) và linh miêu (*Felis canadensis*)

b) Trạng thái cân bằng của quần thể

Trạng thái cân bằng của quần thể là trạng thái số lượng cá thể của quần thể ở trạng thái ổn định cơ chế duy trì trạng thái cân bằng quần thể là cơ chế điều hòa mật độ quần thể trong trường hợp thừa hoặc thiếu “dân”. Cơ chế này làm thay đổi tốc độ sinh trưởng của quần thể bằng cách tác động lên tỷ lệ sinh đẻ và tỷ lệ tử vong do các nhân tố sinh học.

Tác dụng của mật độ lên tốc độ sinh trưởng (sức sinh sản) của quần thể xảy ra theo ba trường hợp: (1) tốc độ sinh trưởng giảm khi mật độ quần thể tăng, (2) tốc độ sinh trưởng dường như không đổi cho đến một giới hạn của mật độ quần thể, sau đó sức sinh sản giảm nhanh, (3) sức sinh sản đạt đến giá trị cực đại khi mật độ quần thể ở giá trị trung bình.

Ba trường hợp này và tác động của sự tử vong được thực hiện theo hai phương thức:

- Phương thức điều hòa khắc nghiệt. Phương thức này gây ảnh hưởng rõ rệt lên tỷ lệ tử vong trong quần thể bằng hình thức tự tử hay ăn lẫn nhau.
- Phương thức điều hòa mềm dẻo. Phương thức này ảnh hưởng rõ rệt lên tỷ lệ sinh đẻ, tử vong và sự phát triển cơ thể của những cá thể khác thông qua các hình thức sau: tiết chất hóa học, làm rối loạn chức năng sinh lý, làm giảm khả năng sinh đẻ của cá thể do cạnh tranh, gây tập tính phát tán.

Tóm lại, cơ chế điều hòa số lượng đảm bảo trạng thái cân bằng của quần thể được thực hiện dưới tác dụng của các nhân tố sinh học với ảnh hưởng của các nhân tố vô sinh, và như vậy có thể nói sự duy trì trạng thái cân bằng của quần thể là kết quả của sự điều hòa sinh thái một cách rất phức tạp những quan hệ trong nội bộ quần thể và giữa quần thể với các loài sinh vật khác trong quần xã.

c) Nguyên nhân của sự biến động số lượng

Sự biến động số lượng cá thể trong quần thể là phản ứng thích nghi của quần thể đối với tổng thể các điều kiện môi trường. Các nhân tố vô sinh và hữu sinh có ảnh hưởng to lớn đến sự biến động số lượng cá thể của quần thể, vì chúng có ảnh hưởng sâu sắc đến tỷ lệ sinh đẻ, tỷ lệ tử vong, sự phát tán và di cư của quần thể.

Các nhân tố vô sinh đều là nhân tố không phụ thuộc mật độ, vì tác động của chúng không phụ thuộc vào yếu tố mật độ quần thể, mà chỉ là tác động một chiều lên các cá thể. Tác động của các nhân tố này đã ảnh hưởng đến trạng thái sinh lý, sức sống của sinh vật, nguồn thức ăn hay con mồi, ảnh hưởng đến sức sống của vật ăn thịt... Trong những nhân tố không phụ thuộc mật độ, các yếu tố khí hậu thường được quan tâm nhiều nhất. Trong những năm rét nhiều và mùa đông kéo dài thường gây ra tỷ lệ tử vong cao với chim ăn sâu bọ, gặm nhấm nhỏ, bò sát, ếch nhái...do chúng thiếu mồi, hoặc cũng có thể là do chúng là động vật biến nhiệt hay đẳng nhiệt không hoàn chỉnh nên rất nhạy bén với thời tiết khí hậu. Tác động của các nhân tố khí hậu đặc biệt rõ vào các giai đoạn “nhảy cảm” của quần thể. Giai đoạn này thay đổi tùy theo loài. Ví dụ sự biến động của quần thể sâu bông (*Anthonomus grandis*) ở Texaz chịu chi phối bởi độ ẩm tương đối, nhiệt độ và độ mây vào tháng 6 và tháng 7. Nhìn chung, đối với động vật, thời gian “nhảy cảm” nhất thường trùng với mùa sinh sản và vào giai đoạn sơ sinh. Ngoài ra, phải kể đến ảnh hưởng gián tiếp của khí hậu đối với nguồn sống của các loài trong quần xã.

Các nhân tố sinh học đều là các nhân tố phụ thuộc mật độ, vì tác động của chúng lên quần thể bị chi phối bởi mật độ quần thể. Các nhân tố phụ thuộc mật độ có tác dụng điều chỉnh số lượng cá thể trong quần thể, tạo thành những dao động về dân số xung quanh mức dân số cực thuận. Đây chính là các nhân tố có tác dụng ổn định số lượng cá thể, đảm bảo cho số lượng cá thể trong quần thể ở trạng thái cân bằng.

Tác động của các nhân tố phụ thuộc mật độ thể hiện rõ trên hai khía cạnh có quan hệ mật thiết lẫn nhau: (1) tác động lên sức sinh sản (tốc độ tăng trưởng) của quần thể, (2) ảnh hưởng đến mật độ vật ăn thịt, vật ký sinh, con mồi, sự cạnh tranh...

d) Sự tăng trưởng của quần thể

Khi môi trường không có ảnh hưởng giới hạn thì tốc độ tăng trưởng đặc trưng (nghĩa là tốc độ tăng trưởng của quần thể trên cá thể) trong các điều kiện tiểu khí hậu nào đó là cố định và cực đại. Sự tăng trưởng của quần thể sau thời gian t được tính như sau:

$$N_t = N_0 \cdot e^{r \cdot t}$$

N_0 : là số lượng ở thời điểm ban đầu

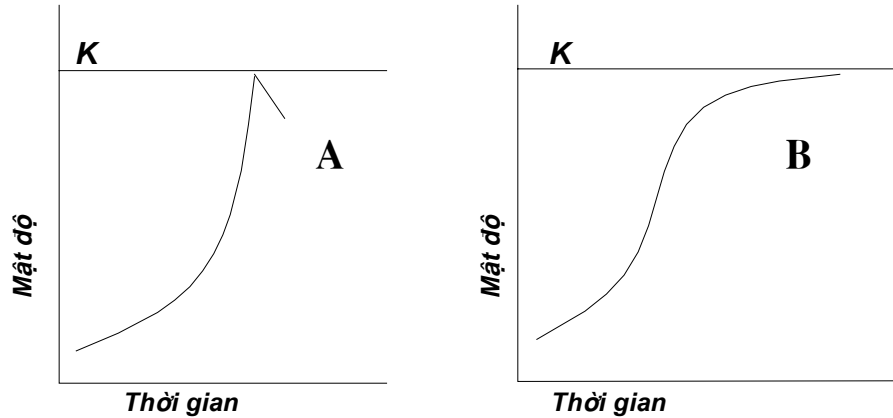
N_t : là số lượng ở thời điểm t

r : là tỷ lệ tăng trưởng của cá thể trong quần thể, đặc trưng cho từng loài sinh vật cụ thể. Ví dụ: một lúa có $r = 6,2$; chuột đồng có $r = 4,5$; người có $r = 0,0055$

Công thức trên cho thấy với t tăng lên thì N_t tăng lên rất nhanh. Tuy nhiên, trong thực tế, số lượng quần thể chỉ có thể đạt được một mức nhất định, phụ thuộc vào điều kiện môi trường. Số lượng tại đó quần thể bị khống chế được gọi là sức chứa của môi trường. Sức chứa hay khả năng chứa được hình thành do rất nhiều nguyên nhân như thức ăn, không khí, không gian vật lý hoặc quan hệ giữa các loài sinh vật với nhau.

Nếu ký hiệu k là sức chứa của môi trường, khi đó công tăng trưởng tính trong điều kiện cụ thể có dạng sau:

$$N_t = N_0 \cdot e^{[r \cdot t \cdot (K - N) / K]}$$



Hình 9. Các dạng đường cong tăng trưởng của quần thể

Giai đoạn đầu, khi mật độ còn thấp, tốc độ tăng trưởng diễn ra chậm sau đó càng tăng nhanh

(A) Tốc độ tăng nhanh cho đến khi đạt đến giá trị K thì sẽ gặp khủng hoảng gây giảm số lượng nhanh chóng

(B) Tốc độ giảm dần khi mật độ gần đạt tới K sau đó luôn luôn dao động phía dưới K.

Tồn tại trong các điều kiện môi trường nhất định, mỗi quần thể có các mức độ thích ứng riêng. Nếu sự thay đổi các điều kiện môi trường vẫn nằm trong giới hạn thích ứng thì quần thể tồn tại và phát triển, nếu vượt ra khỏi giới hạn đó sẽ bị suy thoái và thậm chí là diệt vong.



Tóm tắt

- Quần thể là một nhóm cá thể của một loài (hoặc các nhóm khác nhau, nhưng có thể trao đổi về thông tin di truyền), sống trong một khoảng không gian xác định, có những đặc điểm sinh thái đặc trưng của cả nhóm, chứ không phải của từng cá thể riêng biệt. Các đặc trưng đó là: (1) mật độ, (2) tỷ lệ sinh sản, mức tử vong, (3) phân bố của các sinh vật, (4) cấu trúc tuổi và giới tính, (5) biến động số lượng của quần thể.
- Mật độ quần thể biểu thị bằng số lượng cá thể trong một diện tích hay không gian sống cụ thể. Có hai loại mật độ được đề cập là *mật độ thô* và *mật độ sinh thái*. Mật độ sinh thái mới thực sự quan trọng đối với sinh vật vì nó cho biết không gian thực mà các cá thể chiếm cứ và thông qua đó cho ta biết mối quan hệ tương tác giữa các sinh vật với nhau.
- Cấu trúc tuổi của quần thể cho biết mối tương quan của các nhóm tuổi khác nhau trong quần thể. Đặc tính này rất quan trọng vì nó quyết định khả năng sinh sản ở thời điểm hiện tại và cho thấy điều gì sẽ xảy ra đối với quần thể đó trong tương lai. Quần thể phát triển là quần thể có tỷ lệ cá thể non chiếm ưu thế; quần thể ổn định là quần thể có sự phân bố của các nhóm tuổi tương đối đồng đều; quần thể suy thoái là quần thể có số cá thể già chiếm ưu thế.
- Thành phần giới tính có tính đặc trưng cho loài nhưng chúng lại phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện môi trường và quan hệ giữa các cá thể của quần thể. Vì vậy trong thực tế thành phần giới tính luôn thay đổi để đảm bảo cho khả năng sinh sản đạt hiệu quả tối ưu nhất.
- Các cá thể trong quần thể phân bố theo 3 hình thức cơ bản là phân bố đều, phân bố ngẫu nhiên và phân bố theo nhóm. Trong thiên nhiên phần lớn các sinh vật có xu thế phân bố theo nhóm vì đây là hình thức mang lại rất nhiều hiệu ứng mà các cá thể đơn lẻ không có như chống lại kẻ thù, săn mồi hiệu quả hơn v.v. Tuy nhiên, xu thế đẩy nhau, chiếm lĩnh không gian riêng cũng luôn luôn song song tồn tại. Đây chính là hình thức làm giảm tính cạnh tranh trong loài và đặc biệt có ý nghĩa khi mật độ quá cao.
- Tỷ lệ sinh sản và mức tử vong là hai thông số quyết định đến sự biến động số lượng cá thể của quần thể. Tỷ lệ sinh sản được tính bằng tần số xuất hiện cá thể mới trong quần thể một giai đoạn nhất định. Hiệu số giữa tỷ số này và tỷ lệ tử vong chính là tỷ lệ sống sót. Mức sinh sản của quần thể trong tự nhiên biến động theo cấp số nhân nhưng thực tế số lượng quần thể không bao giờ vượt quá một ngưỡng mật độ nhất định. Ngưỡng này được gọi là sức chứa của môi trường, đó là khả năng cung cấp nơi sống, thức ăn và các điều kiện khác.

Câu hỏi ôn tập

1. Quần thể là gì? Có mấy loại quần thể? Loại quần thể nào mà các cá thể có mức độ khác biệt nhau nhiều nhất?
2. Quần thể có mấy đặc trưng cơ bản? Các đặc trưng đó là gì?
3. Mật độ cho ta biết điều gì trong nội bộ quần thể?
4. Tại sao quần thể có số lượng cá thể non chiếm ưu thế lại được xem là quần thể phát triển?
5. Trong tự nhiên các sinh vật sự phân bố theo hình thức nào là chủ yếu? Tại sao?
6. Khi nào tỷ lệ sinh sản sinh thái bằng tỷ lệ sinh sản sinh lý?
7. Những loài sinh vật nào có mức tử vong dao động nhiều nhất trong quá trình sống?
8. Sức chứa của môi trường là gì? Điều gì xảy ra nếu một quần thể tăng trưởng vượt quá sức chứa của môi trường?
9. Giữa quần thể nhân tạo (ví dụ quần thể lúa hoặc cá trong ao) và quần thể tự nhiên (ví dụ quần thể cỏ dại hoặc cá biển) các đặc trưng của chúng có điểm gì khác biệt nhau?

TÀI LIỆU ĐỌC THÊM

Cao Liêm -Trần Đức Viên, 1990

Sinh thái học nông nghiệp và Bảo vệ môi trường (2 tập). Nhà xuất bản Đại học và Giáo dục chuyên nghiệp. Hà Nội.

Dương Hữu Thời, 2001.

Cơ sở sinh thái học. Nhà xuất bản Quốc gia.

Vũ Trung Tạng, 2000.

Sinh thái học cơ bản. NXB Giáo dục.

Trần Đức Viên, Phạm Văn Phê, 1998.

Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản giáo dục

Eugene P. Odum, 1983.

Basic ecology. Saunders College Publishing House.

Thomas C. Emmel, 1973.

An introduction to Ecology and population ecology. W.W. Norton&Company INC.

CHƯƠNG BA

QUẦN XÃ SINH VẬT



Nội dung

Trong tự nhiên, các loài sinh vật thường sống cùng nhau trong một không gian nhất định. Tại đó, không chỉ có mối quan hệ giữa các cá thể cùng loài mà còn có mối quan hệ giữa các loài với nhau. Vì vậy, bản chất của mối tương tác giữa các sinh vật trở lên phức tạp hơn rất nhiều so với mức quần thể. Tuy nhiên, ở mức độ này các sinh vật vẫn có sự thích nghi với nhau và tạo lên một mức độ tổ chức mới với những đặc trưng riêng. Đó chính là quần xã sinh vật.

Các nội dung sau đây sẽ được đề cập trong chương 3:



- ✿ Khái niệm về quần xã sinh vật
- ✿ Loài ưu thế sinh thái
- ✿ Sự phân tầng trong quần xã sinh vật
- ✿ Chuỗi thức ăn và lưới thức ăn
- ✿ Diễn thế sinh thái
- ✿ Khống chế sinh học và cân bằng sinh thái

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần:

- Nắm được khái niệm thế nào là quần xã
- Giải thích được nguyên nhân và ý nghĩa của sự phân tầng trong quần xã
- Mô tả được chuỗi thức ăn và lưới thức ăn trong một quần xã
- Mô tả được xu thế của diễn thế sinh thái
- Giải thích được cơ chế của khống chế sinh học và cân bằng sinh thái.

1. KHÁI NIỆM

Quần xã (*community*) là một tập hợp các sinh vật cùng sống trong một vùng hoặc sinh cảnh xác định, được hình thành trong quá trình lịch sử lâu dài, liên hệ với nhau do

những đặc trưng chung về sinh thái học mà các thành phần cấu thành quần xã (quần thể, các cá thể) không có. Sự tập hợp này không phải là một con số cộng đơn thuần mà giữa các loài đó có mối quan hệ rất chặt chẽ, trước hết là quan hệ về dinh dưỡng và nơi ở. Quan hệ này có thể là tương hỗ hoặc đối địch, cạnh tranh...

Quần xã được hình thành trên các quá trình trao đổi vật chất và năng lượng giữa các sinh vật với nhau tạo ra một thể thống nhất biểu thị các đặc tính thích nghi của các sinh vật với ngoại cảnh. Như vậy, quần xã sinh vật chính là phần sống của hệ sinh thái.

2. ĐẶC ĐIỂM VÀ HOẠT ĐỘNG CƠ BẢN CỦA QUẦN XÃ

2.1. Thành phần của quần xã

a) *Loài ưu thế sinh thái*

Quần xã bao gồm rất nhiều các loài khác nhau, nhưng không phải các loài đều giữ vai trò như nhau trong sự tiến triển của quần xã mà chỉ có một hoặc một vài loài hay một nhóm loài có ảnh hưởng quyết định đến các đặc điểm và tính chất của quần xã. Những loài có vai trò quyết định như vậy được gọi là loài ưu thế sinh thái. Những loài này tích cực tham gia vào sự điều chỉnh các quá trình trao đổi vật chất và năng lượng giữa quần xã với môi trường xung quanh. Chính vì vậy, nó có ảnh hưởng đến môi sinh, từ đó mà ảnh hưởng đến các loài khác trong quần xã.

Những loài ưu thế sinh thái không nhất thiết phải là các loài có thang bậc phân loại cao. Nói chung, các loài ưu thế sinh thái là những loài ở bậc dinh dưỡng của mình có khả năng cho năng suất cao nhất. Ví dụ, trong rừng già thì loài ưu thế sinh thái thuộc về các cây gỗ lớn chứ không phải là các động vật có vú; trên đồng cỏ chăn nuôi thì ưu thế sinh thái thuộc về động vật ăn cỏ còn trên cánh đồng lúa nước thì lúa nước là loài ưu thế sinh thái.

b) *Một số chỉ số thành phần loài của quần xã*

Chỉ số ưu thế C (Simpson, 1949):

Để biểu thị mức độ ưu thế của một loài nào đó trong quần xã, người ta thường dùng chỉ số ưu thế.

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Trong đó:

n_i : Giá trị về "vai trò" của mỗi loài (số cá thể, sinh khối, sản lượng...)

N : Tổng giá trị vai trò của toàn bộ quần xã.

Chỉ số thân thuộc q (Sorenson - 1948):

Là chỉ số thể hiện sự giống nhau giữa hai mẫu thí nghiệm .

$$q = \frac{2c}{a+b}$$

Trong đó:

- a: số lần lấy mẫu chỉ có loài A,
- b: số lần lấy mẫu chỉ có loài B,
- c: số lần lấy mẫu có cả hai loài A và B.

Nếu:

- $q > c$, hai loài A và B do ngẫu nhiên mà cùng cư trú ở một nơi.
- $q < c$, hai loài A và B có quan hệ thân thuộc với nhau và sự sống chung là thực chất chứ không phải do ngẫu nhiên.

Các chỉ số đa dạng về loài d (Margalef-1958; Menhinik-1964; Odum, Cantlon và Kornieker-1960):

$$d1 = \frac{S-1}{\lg N} \qquad d2 = \frac{S}{\sqrt{N}} \qquad d3 = \frac{S}{1000} \text{ cá thể}$$

Trong đó:

S: số loài.
N: số cá thể

Chỉ số cân bằng e (Pielou, 1966):

$$e = \frac{\overline{H}}{\log_2 S}$$

Trong đó:

$\overline{H}$: chỉ số Shannon
S: số loài

Chỉ số Shannon về tổng sự đa dạng H (Shannon và Weaver - 1949, Margalef - 1968):

$$\overline{H} = \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right) = \sum P_i \log_2 P_i$$

Trong đó

n_i : giá trị "vai trò" của mỗi loài
N: Tổng giá trị vai trò
 P_i : xác suất "vai trò" của mỗi loài = n_i/N

c) **Cách đặt tên cho quần xã**

Muốn đặt tên cho quần xã, người ta thường dựa vào một trong ba đặc điểm sau:

- Dựa vào loài ưu thế hoặc là các dạng sống hay loài chỉ thị nào đó, như quần xã rừng cây lim, quần xã ruộng lúa..., cách đặt tên này chỉ thuận tiện khi trong quần xã có 1 - 2 loài ưu thế.

- Dựa vào điều kiện nơi ở của quần xã, ví dụ như quần xã rừng ngập mặn, quần xã cửa sông...
- Dựa vào các đặc điểm chức năng, ví dụ như đặc điểm về quá trình trao đổi chất.

Để đặt tên cho quần xã được chính xác, một vấn đề quan trọng là phải xác định được ranh giới của quần xã. Muốn xác định ranh giới quần xã, người ta thường dựa vào "chỉ số 50%". Có nghĩa khi xác định được loài ưu thế, ranh giới của quần xã phải bao quanh khu vực có thành phần loài ưu thế chiếm $\geq 50\%$ so với tổng số loài hiện có. Nếu kết quả thu thập và xử lý số liệu cho thấy tỷ lệ này nhỏ hơn 50%, thì chỗ đó có thể đã thuộc một quần xã khác.

2.2. Cấu trúc của quần xã

Cấu trúc của quần xã trước hết phụ thuộc vào các sinh vật cấu thành quần xã đó, sau mới đến sự phân bố không gian và mối quan hệ giữa chúng với nhau cũng như giữa chúng với môi trường xung quanh. Cấu trúc quần xã được biểu hiện bằng các đặc điểm:

- Đặc điểm phân tầng (sự phân bố của các sinh vật theo chiều thẳng đứng)
- Đặc điểm phân đối (sự phân bố của sinh vật theo chiều nằm ngang)
- Đặc điểm về hoạt động (biểu hiện tính chất chu kỳ hay không chu kỳ)
- Đặc điểm về quan hệ dinh dưỡng (cấu trúc lưới của liên hệ dinh dưỡng)
- Đặc điểm sinh sản
- Tính chất hoạt động của các loài cùng sống chung (được xác định bởi sự cạnh tranh, sự đối kháng hay sự hỗ sinh...)
- Mối quan hệ giữa các sinh vật với các điều kiện môi trường bên ngoài.

Sau đây chúng ta sẽ xem xét một vài đặc điểm quan trọng của cấu trúc quần xã:

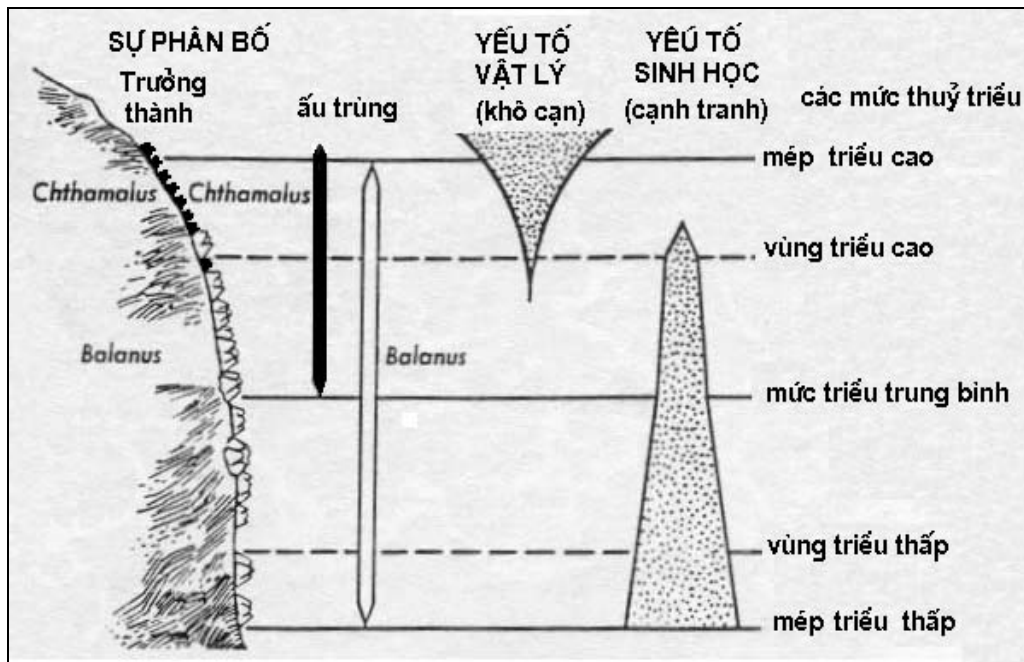
a) *Tính chất phân tầng của quần xã*

Mối quan hệ về mặt không gian của các sinh vật trong quần xã rất quan trọng. Mối quan hệ này biểu hiện ở nhiều hình thái khác nhau, trước hết là ở tính chất phân tầng của quần xã. Sự phân tầng của quần xã thể hiện rõ nét ở các quần xã nhiệt đới, vực nước sâu, trong đại dương và trong đất.

Sự phân tầng của quần xã phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trước hết là những nhân tố vật lý. Các nhân tố môi trường bên ngoài (như nhiệt độ, ánh sáng, ô xy hay thức ăn chẳng hạn) phân bố không đồng đều theo chiều thẳng đứng, đó chính là nguyên nhân hình thành các tầng khác nhau. Vì có những điều kiện khác nhau, nên mỗi tầng có những sinh vật đặc trưng sinh sống.

Tính chất phân tầng của quần xã có tính chất tương đối, bởi vì sự phân tầng đó có thể còn thay đổi theo thời gian và không gian (theo ngày đêm, mùa, địa điểm mà quần xã phân bố). Mặt khác, người ta còn thấy một loài có thể sống được ở nhiều tầng khác nhau. Tuy nhiên, vào thời kỳ sinh sản chúng thường gắn bó với một tầng xác định.

Tính chất phân tầng như vậy có ý nghĩa sinh học rất lớn. Nhờ phân tầng mà các sinh vật (nhất là các sinh vật có họ hàng gần gũi và có phương thức sinh sống tương tự nhau) giảm được mức độ cạnh tranh về nơi ở; đồng thời lại tăng cường được khả năng sử dụng nguồn dự trữ sống.



Hình 1. Sự phân tầng của hai loài hàu *Chthamalus* và *Balanus* trong vùng triều

Ở giai đoạn non, hai loài sống trong khu vực phân bố rộng vì vậy có vùng chung. Khi trưởng thành, chúng chỉ phân bố trong một khu vực nhất định. Các yếu tố vật lý như sự khô cạn có tác dụng giới hạn mép phân bố phía trên của loài *Balanus*; các yếu tố sinh học như cạnh tranh có tác dụng hạn chế sự xâm nhập của loài *Chthamalus* xuống phía dưới. Kết quả là hai loài này có hai vùng phân bố ở hai tầng nước rất khác biệt. (Nguồn: E.P.Odum 1963).

Trong thực tế sản xuất, con người đã ứng dụng rất có hiệu quả sự phân tầng của sinh vật để tối ưu không gian sản xuất. Ví dụ có thể thấy ở vườn cây ăn quả của nông dân Nam bộ với phân bố cây trồng như sau: tầng cao nhất là dừa và cau; tầng thứ hai đến xoài, mít, chôm chôm, măng cụt, sầu riêng; tầng dưới nữa là chuối hoặc giàn bí bầu, khổ qua... tầng cuối cùng là cái thếp giới rậm rạp và đông đúc của các loài rau, cây thuốc ưa ánh sáng tán xạ và thơm (dứa).

b) Môi quan hệ dinh dưỡng

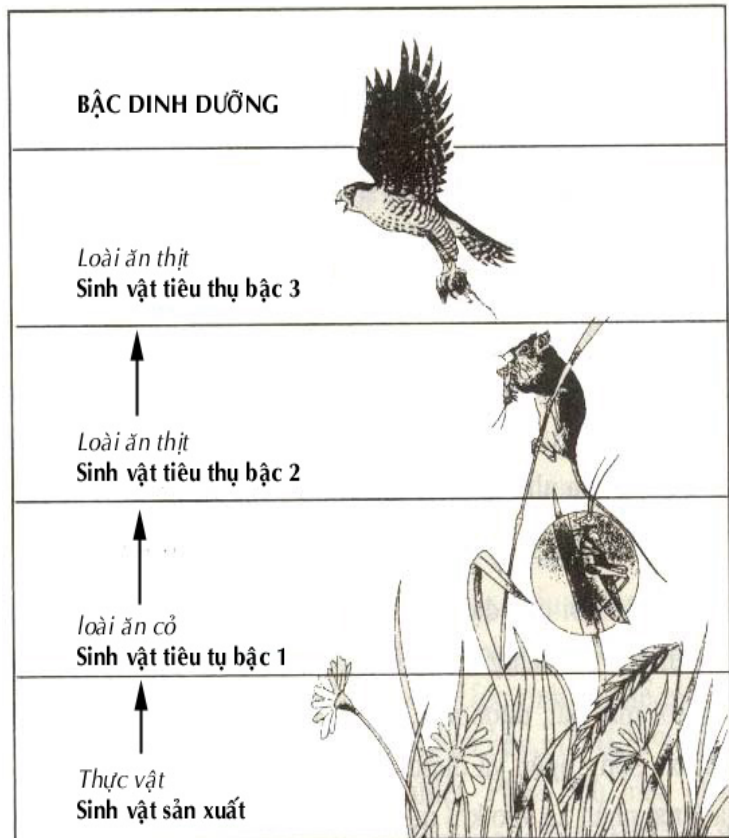
Chuỗi thức ăn và mạng lưới thức ăn:

Tất cả các loài sinh vật sống trong quần xã liên kết với nhau bởi những mối quan hệ chằng chịt và phức tạp. Mối quan hệ ấy được thể hiện rõ nhất là quan hệ về dinh dưỡng giữa các loài sinh vật để hình thành lên chuỗi thức ăn và lưới thức ăn.

Chuỗi thức ăn là tập hợp các sinh vật sống phụ thuộc lẫn nhau về mặt dinh dưỡng, trong đó một số sinh vật này làm thức ăn cho một số sinh vật khác.

Chuỗi thức ăn (hay dây chuyền dinh dưỡng) tạo thành sự liên tục từ mức độ thấp đến mức độ cao, trong đó mỗi loài sinh vật sẽ chiếm một trong những vị trí nhất định của chuỗi thức ăn tạo thành những bậc dinh dưỡng khác nhau. Một chuỗi thức ăn cơ bản sẽ bao gồm ba nhóm sinh vật chính là *sinh vật sản xuất*, *sinh vật tiêu thụ* và *sinh vật phân huỷ*.

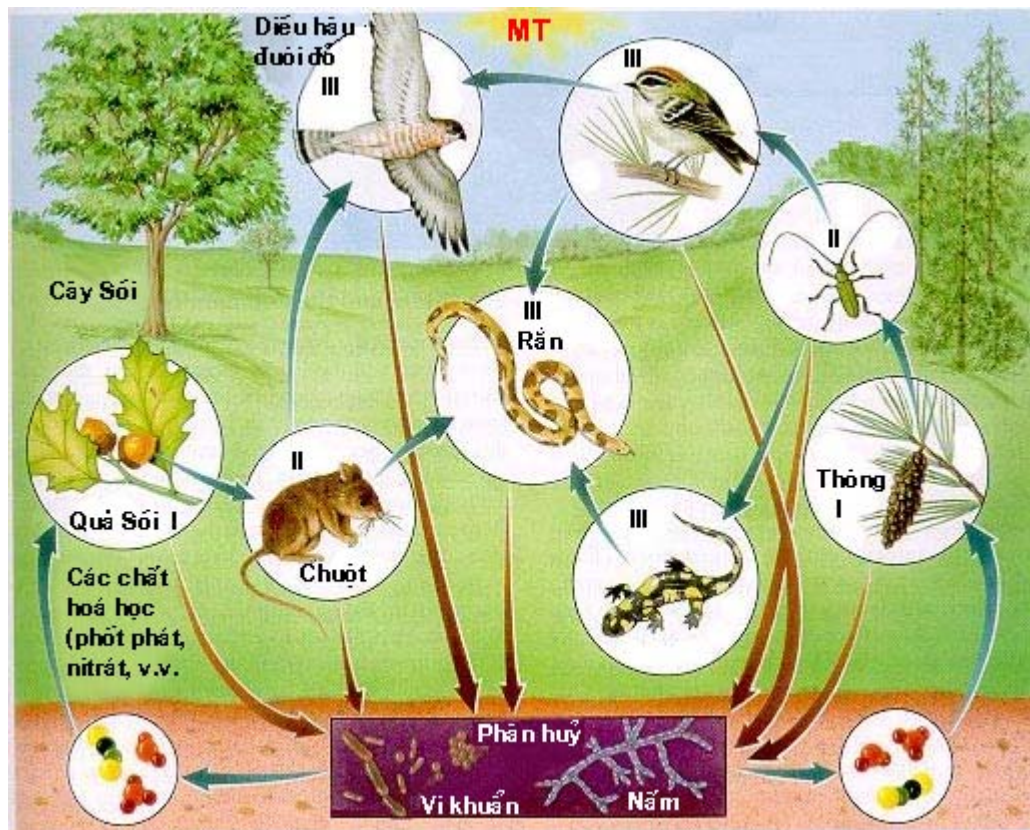
Vật sản xuất là các sinh vật có khả năng tự tổng hợp được tất cả các chất hữu cơ cần cho sự xây dựng cơ thể của mình, điển hình là các cây xanh. Sinh vật tiêu thụ bao gồm các động vật, chúng không có khả năng tự sản xuất được chất hữu cơ mà phải sử dụng các chất hữu cơ trực tiếp hay gián tiếp từ vật sản xuất. Trong nhóm sinh vật tiêu thụ lại được chia ra: *vật tiêu thụ bậc I* hay động vật ăn cỏ là các động vật chỉ ăn các thực vật; *vật tiêu thụ bậc II* là các động vật ăn tạp hay ăn thịt. Theo chuỗi thức ăn ta còn có vật tiêu thụ cấp III, cấp IV v.v.; *vật phân huỷ* là các vi khuẩn và nấm có nhiệm vụ phân huỷ xác chết của động và thực vật. Ví dụ về một chuỗi thức ăn có thể minh hoạ như hình vẽ bên.



Hình 2. Chuỗi thức ăn đơn giản

Tuỳ theo mức độ phát triển của quần xã mà có những thay đổi tình vi trong cấu trúc chuỗi thức ăn. Các quan hệ tương đối đơn giản và thẳng giữa các sinh vật tham gia vào thành phần của từng chuỗi thức ăn thường đặc trưng cho các giai đoạn khởi đầu của diễn thế sinh thái. Hình thức này chỉ có trong chuỗi thức ăn đồng cỏ tuân theo trật tự: thực vật - động vật ăn cỏ - vật ăn thịt. Ngược lại, ở các giai đoạn quần xã đã phát triển, chuỗi thức ăn biến thành mạng lưới thức ăn phức tạp hơn rất nhiều trong đó thể hiện mối liên hệ thích nghi tương hỗ giữa thực vật và động vật.

Mỗi một loài nằm trong một chuỗi thức ăn được gọi là mắt xích thức ăn. Một loài có thể là mắt xích của nhiều chuỗi thức ăn khác nhau nếu chúng đồng thời tham gia vào các chuỗi thức ăn này. Nhiều chuỗi thức ăn kết hợp lại với nhau qua những mắt xích thức ăn tạo thành mạng lưới thức ăn vô cùng phức tạp. Như vậy, mạng lưới thức ăn bao gồm nhiều chuỗi thức ăn khác nhau được nối với nhau bởi một hoặc nhiều mắt xích thức ăn.



Hình 3. Lưới thức ăn điển hình trên cạn
(Các chữ số La Mã chỉ thứ tự các bậc dinh dưỡng)

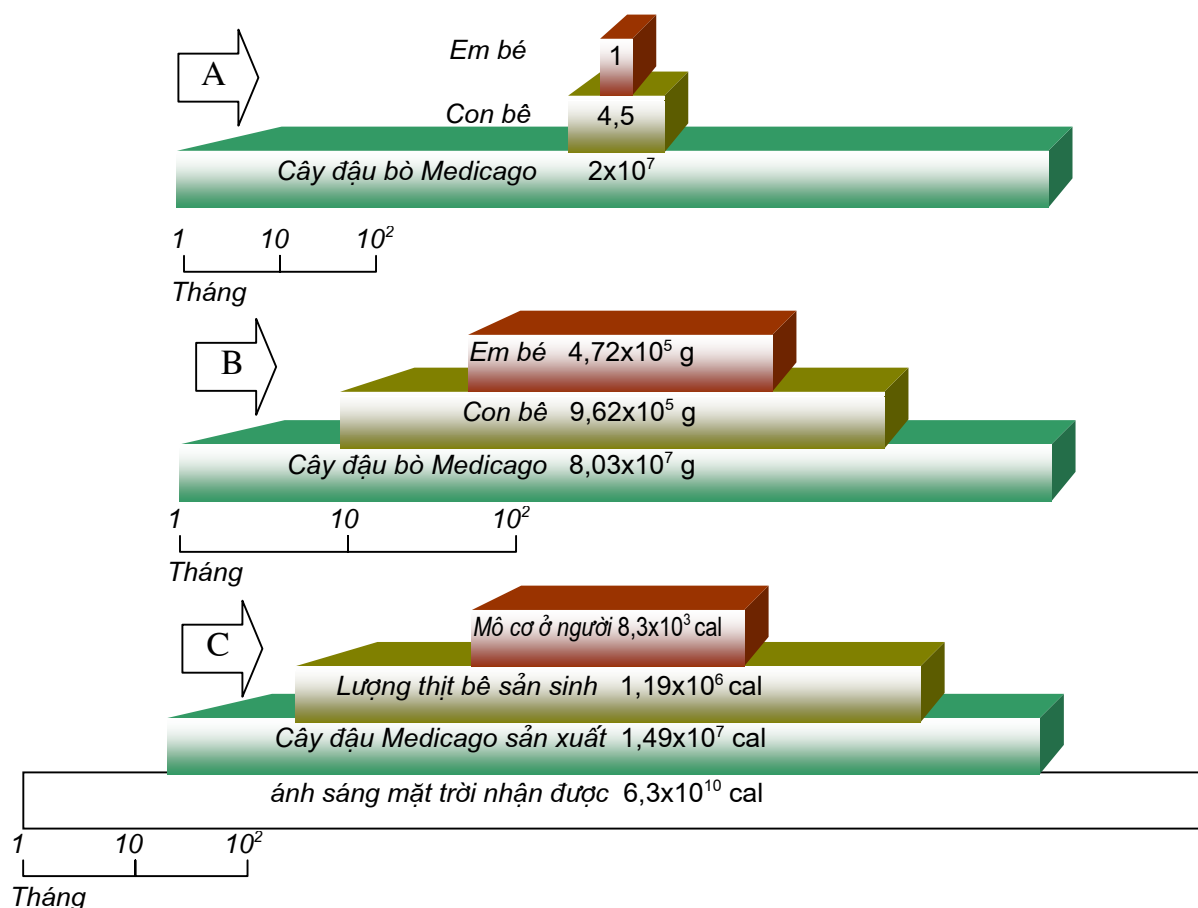
Chuỗi thức ăn có thể dài hoặc ngắn. Độ dài của chuỗi thức ăn được quyết định bởi một số qui luật, trong đó qui luật hình tháp sinh thái được quan tâm nhiều nhất.

Qui luật về hình tháp sinh thái:

Mỗi một quần xã có một cấu trúc dinh dưỡng xác định và thường được xem là đặc trưng cho từng kiểu hình sinh thái. Để biểu thị mối tương quan về mặt liều lượng giữa các bậc dinh dưỡng người ta thường dùng biểu đồ hình tháp, còn gọi là tháp sinh thái. Trong đó, các trị số sinh thái của các bậc dinh dưỡng được thể hiện bằng các hình chữ nhật xếp chồng lên nhau với chiều dài của hình tỉ lệ với dòng năng lượng hay năng suất của mỗi mức, chiều cao của tháp tương ứng với độ dài của chuỗi dinh dưỡng.

Trong tự nhiên có ba kiểu hình tháp sinh thái chính: *tháp số lượng*, *tháp sinh khối* (sinh vật lượng) và *tháp năng lượng*. Các hình tháp số lượng và sinh khối có thể là nghịch đảo hoặc nghịch đảo một phần, nghĩa là đáy có thể nhỏ hơn một hoặc vài tầng ở trên, còn hình tháp năng lượng luôn luôn thu hẹp lại về phía đỉnh.

Odum.E.P.(1971) đã đưa ra một chuỗi thức ăn sơ đẳng nhất mà sản phẩm đầu tiên của nó là đậu chàm trồng trên diện tích 4 hecta, trên cánh đồng đó nuôi bê và giả thiết bê chỉ ăn đậu chàm (Medicago). Bê là nguồn thức ăn duy nhất của một em bé 12 tuổi. Các kết quả tính toán được trình bày ở ba tháp: số lượng, sinh khối và năng lượng.



Hình 4. Tháp sinh thái của một hệ sinh thái đơn giản: đậu midicago, con bê và em bé 12 tuổi

Tháp số lượng (A), sinh khối (B) và năng lượng (C)

A: nếu như em bé trong cả năm chỉ ăn thịt bê, thì để thỏa mãn nhu cầu này cần 4,5 con bê và để nuôi số bê này cần phải trồng 20 triệu cây medicago trên diện tích 4 hecta.

B: tất cả các con số được đổi thành độ lớn của sinh khối (g).

C: sinh khối được chuyển đổi thành năng lượng; lượng calo giảm dần rõ rệt khi chuyển từ mức thấp lên mức cao.

Ví dụ này minh họa rõ hiệu suất của các mức dinh dưỡng khác nhau. Số năng lượng mặt trời mà đậu medicago sử dụng là 0,24%; Số năng lượng được đậu chàm đồng hoá để tích lũy vật chất cho cơ thể của bê trong một năm là 8,0%; Số năng lượng được bê đồng hoá dùng cho việc phát triển và sinh trưởng của trẻ em trong thời gian một năm (từ 12 đến 13 tuổi) là 0,7% (hệ số sử dụng rất thấp, ngoại trừ các nguyên nhân khác, còn một phần lớn là do không ăn được).

Tháp số lượng là kết quả tác dụng đồng thời của ba yếu tố. Một trong số đó là yếu tố vật lý đơn thuần, cụ thể là: để cân bằng khối lượng của một vật thể lớn đòi hỏi nhiều vật thể nhỏ. Nếu trọng lượng của các sinh vật lớn bằng trọng lượng các sinh vật nhỏ thì số lượng của các sinh vật nhỏ sẽ lớn hơn nhiều so với số lượng của các sinh vật lớn. Yếu tố thứ hai là tỉ lệ - mỗi một lần vận chuyển năng lượng liên tục từ mắt xích này sang mắt xích khác của chuỗi thức ăn, một phần năng lượng có ích bị mất đi do chuyển thành nhiệt. Bởi vậy trong các bậc cao của sự dinh dưỡng, năng lượng có ích thấp hơn (loại trừ trường hợp khi có bổ sung thêm chất hữu cơ). Và

c cuối cùng, yếu tố thứ ba tạo lên hình tháp số lượng - đó là sự phụ thuộc nghịch đảo của cường độ trao đổi chất vào kích thước của các cá thể.

Qua tháp số lượng người ta thấy: trong một chuỗi thức ăn, số lượng cá thể của mắt xích trước bao giờ cũng lớn hơn số lượng cá thể của mắt xích sau và chỉ có như thế thì các quần xã sinh vật mới có thể tồn tại được. Các nhà sinh thái học đã coi đây là một qui luật và gọi là qui luật về hình tháp số lượng.

Tháp sinh khối cho thấy bức tranh gần đúng về ảnh hưởng chung của các mối tương quan trong chuỗi thức ăn. Đối với các hệ sinh thái có các sinh vật sản xuất có kích thước lớn và sống tương đối lâu thì đặc trưng là các hình tháp có đáy rộng. Trong các quần xã mới xuất hiện thường có tỉ lệ số lượng sinh vật tiêu thụ nhỏ hơn số lượng sinh vật sản xuất, nghĩa là đỉnh của hình tháp sinh thái sẽ hẹp. Trong các quần xã nơi mà sinh vật sản xuất có kích thước nhỏ và có chu trình sống ngắn thì hình tháp sinh khối có thể là dạng ngược.

Tháp năng lượng biểu diễn số năng lượng trong dòng năng lượng chuyển hoá trong các bậc dinh dưỡng khác nhau. Nhìn chung, so với hai kiểu hình tháp số lượng và sinh khối thì tháp năng lượng thường có dạng tù hơn cả. Trong ba kiểu hình tháp sinh thái thì tháp năng lượng cho ta khái niệm đầy đủ nhất về tổ chức và chức năng của các quần xã bởi vì tháp số lượng và sinh khối thể hiện trạng thái tĩnh của hệ sinh thái, nghĩa là số lượng đặc trưng của các sinh vật trong từng thời điểm, còn hình tháp năng lượng thể hiện tốc độ di chuyển khối thức ăn trong chuỗi thức ăn. Những sự thay đổi kích thước và cường độ trao đổi chất của các cá thể không ảnh hưởng lên hình dạng của hình tháp này, và nếu tính đến tất cả các nguồn năng lượng thì hình tháp luôn luôn có dạng "hình mẫu xác định" tuân theo định luật thứ hai của nhiệt động học.

c) *Hoạt động chu kỳ của quần xã*

Quần xã luôn luôn hoạt động biến đổi theo ngày đêm và theo mùa. Chu kỳ ngày đêm thường thấy rõ ở các quần xã nhiệt đới, chu kỳ này được qui định chủ yếu bởi chế độ chiếu sáng và nhiệt độ. Tính chất thay đổi theo ngày đêm thể hiện rất rõ số lượng cá thể trong quần xã hoạt động của bọn côn trùng thuộc họ bướm đêm.

Chu kỳ mùa thể hiện rõ nhất ở vùng ôn đới, biểu hiện ở tình trạng: có một số loài ngủ đông, ngủ hè, một số loài di cư theo mùa... nguyên nhân của hiện tượng này là do sự thay đổi của các nhân tố môi trường, trước hết là nhân tố khí hậu, độ dài ngày và quang chu kỳ (cũng nên nói thêm: ở nhiều loài phản ứng quang chu kỳ không phụ thuộc vào cường độ ánh sáng mà phụ thuộc vào nhịp điệu chiếu sáng. Người ta cho biết, ở côn trùng đục thân, có khi trong thân cây cường độ ánh sáng chỉ 1-3 lux tại nơi trú ngụ của chúng, thế mà bọn này vẫn có phản ứng quang chu kỳ...), sau đó mới đến các nhân tố hữu sinh (như yếu tố thức ăn chẳng hạn). Có lẽ hiện tượng ngừng phát triển (diapause) ở nhiều loài côn trùng (không nên nhầm với hiện tượng tiềm sinh anabiose) và hiện tượng rụng lá giảm sinh trưởng vào mùa đông của nhiều loài thực vật là những ví dụ điển hình về hoạt động theo chu kỳ mùa.

Tính chất chu kỳ của quần xã, trước hết là do sự thay đổi của các quần thể trong quần xã. Vì vậy, khi nghiên cứu tính chu kỳ của quần xã thì đầu tiên phải tìm hiểu chu kỳ của các quần thể tạo lên quần xã đó.

d) *Dạng quần xã sinh thái đệm (ecoton) và khái niệm về hiệu ứng biên (giáp ranh)*

Quần xã sinh thái đệm là nơi chuyển tiếp giữa hai hay nhiều quần xã kế cận nhau, ví dụ như khu vực giữa rừng với đồng cỏ, giữa đồi núi với đồng ruộng hay giữa ruộng nước với ruộng cạn...

Quần xã sinh thái đệm có thể có chiều dài lớn, nhưng chiều rộng luôn luôn hẹp hơn các quần xã kế cận.

Một điều rất dễ nhận thấy ở các quần xã sinh thái đệm là chúng có nhiều loài sinh vật, trong đó có những loài của các quần xã kế cận, đồng thời có những loài đặc trưng cho quần xã sinh thái đệm. Bởi vậy, thành phần loài của quần xã sinh thái đệm đa dạng và phong phú hơn các quần xã kế cận.

Hiện tượng tăng tính đa dạng cũng như về mặt số lượng, mật độ... của quần xã sinh thái đệm được gọi là hiệu ứng biên (*edge effect*).

Những loài sinh vật có phần lớn thời gian hoạt động hoặc sống chủ yếu ở vùng sinh thái đệm được gọi là các loài giáp ranh.

Quần xã sinh thái đệm có ý nghĩa rất lớn đối với đời sống con người, bởi vì quần xã sinh thái đệm luôn luôn đi với con người đến những nơi con người cư trú. Nếu con người vào rừng sống thì trước hết họ phải chặt gỗ làm nhà và phát quang xung quanh nhà ở, nên xung quanh nhà ở và xung quanh vùng khai hoang trên thực tế đã trở thành vùng sinh thái đệm.

e) *Mối quan hệ sinh thái giữa các loài trong quần xã*

Mối quan hệ giữa các loài khác nhau biểu hiện qua các mối quan hệ đối địch (cạnh tranh, vật ăn thịt - con mồi, ký sinh - vật chủ), quan hệ tương trợ (cộng sinh, hội sinh, hợp sinh); quan hệ sinh thái giữa các loài trong quần xã thể hiện ở hai mặt chủ yếu: quan hệ về dinh dưỡng và nơi ở.

Quan hệ cạnh tranh:

Quan hệ cạnh tranh khác loài thể hiện khi các loài khác nhau nhưng lại có cùng nhu cầu về thức ăn, nơi ở hay các điều kiện khác của sự sống, mà các nhu cầu đó không được thỏa mãn. Những loài có quan hệ sinh thái càng gần nhau thì càng dễ cạnh tranh gay gắt. Cạnh tranh được xem là nhân tố đóng vai trò chủ yếu trong cấu trúc và sự phát triển của quần xã, nó ảnh hưởng đến sự biến động số lượng, phân bố địa lý, nơi ở và sự phân hóa về mặt hình thái.

Quan hệ vật ăn thịt - con mồi:

Vật ăn thịt có ảnh hưởng rõ rệt đến số lượng con mồi. Quan hệ giữa linh miêu (vật ăn thịt) đối với thỏ (con mồi) trên miền đồng rêu có thể coi là những ví dụ minh họa điển hình (xem hình 17). Nhưng chính hiện tượng săn bắt mồi đã có tác dụng chọn lọc loại trừ các cá thể yếu trong quần thể con mồi.



Linh miêu bắt mồi

Đối với vật ăn thịt thuộc nhóm đa thực, khi số lượng cá thể một loài con mồi nào đó quá ít thì chúng có thể ăn những con mồi khác trong giới hạn thức ăn của

chúng. Còn với nhóm đơn thực hoặc hẹp thực thì số lượng con mồi có ảnh hưởng rõ rệt đến số lượng vật ăn thịt. Do đó, đôi khi thấy một số loài đơn hay hẹp thực bị chết do thiếu thức ăn.

Quan hệ giữa vật ăn thịt và con mồi trong nhiều trường hợp còn ảnh hưởng đến sự trao đổi cá thể trong các sinh cảnh khác nhau. Đó là trường hợp con mồi phải trốn chạy vật ăn thịt, cũng như vật ăn thịt trong khi săn đuổi mồi có khi phải qua nhiều sinh cảnh. Do đó có sự trao đổi vật ăn thịt và con mồi trong nhiều quần xã, có nghĩa là có thể làm gia tăng sức sống cho các thế hệ sau bằng ưu thế lai.

Để đảm bảo cho sự sinh tồn, vật ăn thịt phải có những thích nghi nhất định để bắt mồi có hiệu quả; và con mồi cũng có những thích nghi tương ứng để tự vệ. Điều đó cũng góp phần vào sự phát triển của sinh giới.

Quan hệ ký sinh - vật chủ:

Quan hệ ký sinh-vật chủ là quan hệ trong đó loài này (vật ký sinh) sống nhờ vào mô hoặc thức ăn được tiêu hóa của loài khác (vật chủ). Vật ký sinh có thể là nấm, vi khuẩn, động vật nguyên sinh, giun tròn, sán lá, ... Vật chủ có thể là giáp xác, chân đều, nhện, động vật có xương sống...

Trong tự nhiên, người ta phân chia ký sinh thành các loại như ký sinh trong (sống trong cơ thể vật chủ) và ký sinh ngoài; hoặc ký sinh đơn vật chủ (chỉ sống trong một loài vật chủ duy nhất) và ký sinh đa vật chủ. Ở thực vật còn có hình thức nửa ký sinh (tầm gửi...) là các loài thực vật có chứa diệp lục, có khả năng quang hợp nhưng phải sống bám vào cây khác; và nhóm ký sinh hoàn toàn (nấm, vi khuẩn, dây tơ hồng...).



Hầu hết các trường hợp thường gặp thì vật chủ là vật bị hại trong quan hệ ký sinh. Vì vật trong sản xuất con người đã tận dụng mối quan hệ này để tiêu diệt các loài sâu hại chẳng hạn sử dụng ong ký sinh để chống sâu đục thân (cho ong đẻ trứng trên mình sâu, lớn lên ong non hút dịch sâu để sống). Tuy nhiên, trong một số trường hợp, vật chủ có sự thích nghi với vật ký sinh và mối quan hệ này tỏ ra “đôi bên cùng có lợi”. Người ta thấy rằng sâu bọ ký sinh ăn lá vật chủ nếu chỉ ăn vừa phải sẽ kích thích quá trình tăng trưởng của cây. Điều này giống với quan hệ vật ăn thịt - con mồi.

Để chống chịu với vật ký sinh, vật chủ cũng có những thích nghi nhất định như đặc tính miễn dịch của vật chủ. Ngược lại vật ký sinh cũng có những thích nghi tạo cho chúng ký sinh được dễ dàng hơn.

Quan hệ hãm sinh:

Quan hệ hãm sinh là quan hệ giữa các loài sinh vật, trong đó loài này ức chế sự phát triển hoặc sinh sản của loài kia bằng cách tiết vào môi trường các chất độc cho loài khác. Rễ nhiều loại thực vật tiết ra những hợp chất khác nhau mà chúng ta thường gọi chung là phytonxit, có tác dụng kìm hãm sự phát triển của loài thực vật khác, góp phần giải thích đặc điểm về thành phần thực vật của một thảm thực vật.

Quan hệ cộng sinh:

Quan hệ cộng sinh là quan hệ hợp tác giữa hai loài sinh vật mà hai bên đều có lợi, trong đó mỗi bên chỉ có thể sống, sinh sản và phát triển dựa vào sự hợp tác của bên kia. Đây là quan hệ phổ biến ở nhiều loài sinh vật.

+ *Sự cộng sinh giữa thực vật với nấm hoặc vi khuẩn:*

Phổ biến nhất là sự cộng sinh thường xuyên giữa tảo xanh với nấm làm thành địa y. Nấm sử dụng glucít và vitamin do tảo chế tạo, còn tảo sống trong tản của nấm, nhờ vỏ dày của tản nấm mà tảo chống được ánh sáng mạnh; tảo còn sử dụng vitamin C, hợp chất hữu cơ do nấm tổng hợp, sử dụng nước trong mô của nấm để sử dụng trong hô hấp. Các trường hợp cộng sinh còn thấy rất rõ ở vi khuẩn cố định đạm sống trong nốt sần rễ cây họ đậu, sự cộng sinh giữa tảo lam với bèo dâu, v.v.

+ *Sự cộng sinh giữa thực vật và động vật:*

Ở những bãi đá ngầm san hô có sự cộng sinh giữa san hô với tảo đơn bào Zooxanthella và tảo sợi. Sự cộng sinh giữa vi khuẩn, nấm men, động vật đơn bào sống trong ống tiêu hóa của sâu bọ, chúng góp phần tăng cường sự tiêu hóa, nhất là tiêu hóa xenlulôza.

+ *Sự cộng sinh giữa động vật và động vật:*

Sự cộng sinh giữa hải quỳ với cua, giữa trùng roi với mối, trong đó trùng roi sống trong ống tiêu hóa của mối và tiêu hóa chất xenlulôza mà mối không thể tự tiêu hóa được.

Quan hệ hợp sinh:

Sự hợp tác là mối quan hệ giữa hai loài sinh vật, nhưng không nhất thiết phải có đối với mỗi loài, nên khi hai loài sống riêng rẽ, chúng vẫn tồn tại bình thường. Sự hợp sinh mang lại cho mỗi bên những lợi ích cần thiết. Ví dụ sự làm tổ tập đoàn giữa nhạn bể và cò. Sự hợp tác này giúp mỗi bên bảo vệ tổ có hiệu quả trước kẻ thù. Trong canh tác, mối quan hệ này có thể thấy rất rõ khi phân tích hiệu quả tạo ra từ bộ rễ của một số loài thực vật bậc cao lên hệ vi sinh vật sống xung quanh hệ rễ. Những chất tiết của bộ rễ có tác dụng lên hệ vi sinh vật, làm chúng phát triển phong phú hơn, người ta đã ứng dụng hiệu quả này trong việc trồng cây xen kẽ nhiều loại cây trồng trên cùng một mảnh đất.

Quan hệ hội sinh:

Quan hệ hội sinh là quan hệ hợp tác giữa hai loài sinh vật, một bên có lợi còn bên kia không có lợi (nhưng không có hại gì). Có hai hiện tượng hội sinh phổ biến:

Hiện tượng ở gủi: Nhiều loài động vật không xương sống và sâu bọ sống trong tổ kiến và tổ mối, ở đây chúng được bảo vệ tốt hơn, đồng thời còn tránh được những điều kiện khí hậu không thuận lợi; còn về phần kiến và mối, cũng không bị thiệt hại gì. Có loài sống hội sinh ngẫu nhiên, có loài sống thường xuyên hoặc sống suốt đời trong hang tổ của động vật khác.

Hiện tượng phát tán: Hiện tượng này thường gặp ở các động vật nhỏ phát tán đến nơi mới nhờ các động vật cỡ lớn hơn hoặc di chuyển nhanh hơn.

2.3. Diễn thế của quần xã

a) Khái niệm

Diễn thế của quần xã là quá trình phát triển có thứ bậc, diễn ra do những biến đổi nội tại của quần xã trong đó có sự thay thế một số loài này bằng một số loài khác thích nghi hơn với điều kiện sống.

Như vậy, diễn thế quần xã là một quá trình thay thế kế tiếp nhau quần xã này bằng một quần xã khác trong từng vùng cho đến khi có quần xã ổn định và thường là chúng tiếp diễn theo hướng xác định.

Các quần xã quá độ khác nhau được gọi là các giai đoạn phát triển hay các quần xã chuyển tiếp. Quần xã đầu tiên được gọi là giai đoạn phân bố khởi đầu hay quần xã tiên phong, còn hệ thống ổn định cuối cùng được gọi là quần xã cao đỉnh (climax).

Trong quá trình diễn thế này, thành phần loài trong quần xã được thay thế, bởi vì điều kiện môi trường đã thay đổi, không còn thích hợp cho những loài của quần xã trước mà lại thuận lợi cho các loài khác phát triển và quần xã mới được hình thành. Hiện tượng đó tiếp diễn cho đến khi đạt được thế cân bằng giữa các yếu tố vô sinh và hữu sinh; nghĩa là các sinh vật có những thích nghi cao nhất với điều kiện môi trường cũng như với nhau.

Lotka (1925), H.Dolum, Pinkerdow (1955) và Margalef (1963, 1968) đã cho thấy diễn thế có liên hệ với sự biến chuyển cơ bản của dòng năng lượng về phía gia tăng số năng lượng nhằm vào duy trì hệ thống.

Dựa vào khởi điểm của quá trình diễn thế, người ta chia diễn thế làm hai loại:

Diễn thế sơ cấp (diễn thế nguyên sinh): là diễn thế của quần xã bắt đầu từ một khu vực mà trước đó không có một quần xã nào tồn tại, ví dụ diễn thế ở vùng đất mới bồi tụ ở vùng triều nước mặn trên bán đảo Cà Mau: rừng bần, mắm - quần xã tiên phong, khi độ mặn trong đất đã giảm đến mức nào đó thì cây đước, cây vẹt xuất hiện. Khi đất đã tích bồi đủ lượng phù sa và lớp thảm mục thực vật (bùn, than bùn) do cây mắm, cây đước, cây vẹt... tạo ra thì dần dần rừng tràm sẽ xuất hiện.

Diễn thế thứ cấp (diễn thế thứ sinh): là diễn thế của quần xã diễn ra trên một khu vực có một quần xã mới bị tiêu diệt, nghĩa là trên đó đã có những mầm mống sinh vật khác. Cách đây khoảng 1 thế kỷ vùng Hữu Lũng vốn là vùng có rừng lim đại ngàn. Sau khi rừng lim này bị con người chặt hết thì cỏ sẽ thế chỗ. Dần dần những cây cỏ này lại bị một số loài cây bụi như sim, mua khổng lồ. Cây *sau sau* đã tiêu diệt bọn cây bụi và rừng đầu tiên được hình thành. Cây lim con khi mọc lên đã biến rừng thuần loại *sau sau* thành rừng mới hai tầng cây gỗ lớn, tầng trên là *sau sau*, tầng dưới là lim. Cây *sau sau* già cỗi trước, tàn đi và bị tiêu diệt chỉ còn lại rừng lim một tầng.

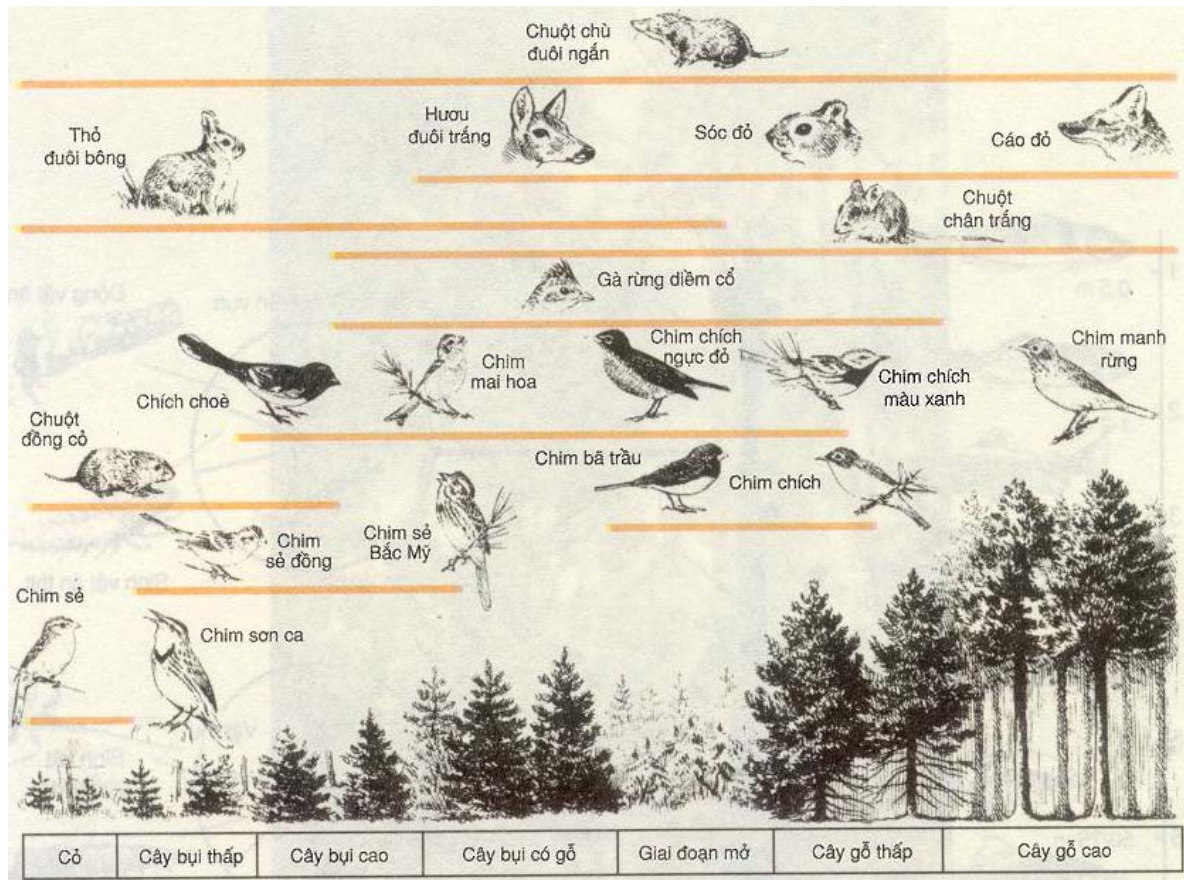
Vì đã sẵn có mầm mống sinh vật nên tốc độ diễn thế thứ sinh thường lớn hơn diễn thế nguyên sinh và năng suất của quần xã trong diễn thế thứ sinh cũng thường cao hơn năng suất của các quần xã trong diễn thế nguyên sinh. Trong tự nhiên còn có những quần xã mất đỉnh cực, những quần xã này chưa đạt đến cao đỉnh đã bị tiêu diệt. Người ta gọi những diễn thế loại này là *diễn thế phân hủy*.

b) Khái niệm về quần xã cao đỉnh (climax)

Quần xã cao đỉnh là quần xã cuối cùng có thể duy trì trong trạng thái cân bằng đối với nơi ở. Trong quần xã cao đỉnh, các sinh vật thích nghi với nhau và thích nghi với môi trường xung quanh.

Tại quần xã cao đỉnh, trên một đơn vị dòng năng lượng sẵn có sẽ đạt được một sinh khối lớn nhất hoặc lượng thông tin cao nhất và mối quan hệ cộng sinh giữa các cá

thể đạt số lượng cực đại. Tại đó - như đã nói ở trên - tồn tại sự cân bằng giữa các yếu tố vô sinh và hữu sinh.

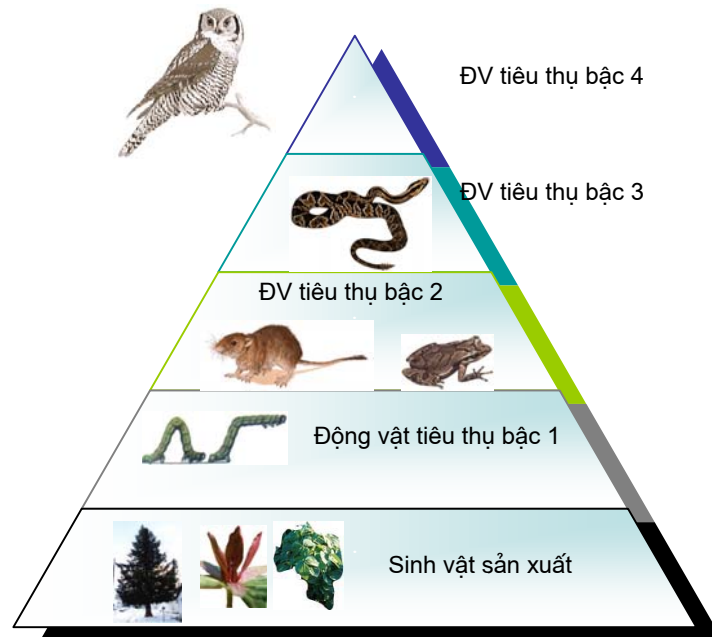


Hình 5. Mô hình thể hiện quá trình diễn thế từ đồng cỏ thành rừng

2.4. Không chế sinh học và cân bằng sinh thái

Trong quần xã, các loài có quan hệ mật thiết với nhau, mối quan hệ đó thể hiện rõ nét nhất ở quan hệ dinh dưỡng vì mọi thành viên của quần xã đều tham gia vào một trong ba pha của chu trình tuần hoàn vật chất: pha sản xuất, pha tiêu thụ, và phân hủy. Cái kết gắn sinh vật với nhau là dây chuyền dinh dưỡng, mỗi loài là một mắt xích của dây chuyền dinh dưỡng ấy, mối quan hệ giữa các mắt xích thức ăn rất phức tạp, nó ảnh hưởng đến tương quan số lượng của nhau. Chỉ một mắt xích thay đổi thì toàn bộ chuỗi, thậm chí toàn bộ mạng lưới thức ăn bị thay đổi theo. Các chuỗi thức ăn đều là tạm thời và không bền vững như mọi mối quan hệ sinh học khác.

Số lượng cá thể của mỗi mắt xích thức ăn luôn luôn biến động tùy thuộc vào điều kiện sinh thái nghiêng về phía có lợi cho mắt xích này hay mắt xích kia. Tuy nhiên bao giờ cũng tuân theo quy luật hình tháp số lượng: sinh vật lượng bao giờ cũng giảm dần từ mắt xích sau so với mắt xích trước theo hình tháp. Nghĩa là, số lượng cá thể của loài này phụ thuộc vào số lượng cá thể của loài khác. Tính chất phụ thuộc ấy có thể dẫn đến hoặc là kìm hãm sự phát triển về số lượng hoặc là tạo điều kiện cho sự phát triển về số lượng. Khi nghiên cứu mối quan hệ về số lượng các loài trong quần xã đã dẫn đến khái niệm về khống chế sinh học.



Hình 6. Một chuỗi dinh dưỡng đơn giản

Khống chế sinh học có nghĩa là số lượng cá thể của loài này phát triển tùy thuộc vào số lượng cá thể của loài khác. Do đó mà số lượng sinh vật của các loài trong quần xã mặc dù có biến đổi (tăng lên hoặc giảm đi), nhưng không bao giờ quá mức. Nếu như một loài nào đó có sự bùng nổ về số lượng thì ngay sau đó chúng lại bị các loài khác kìm hãm và buộc phải giảm số lượng đi đến ngưỡng cho phép. Khống chế sinh học có ý nghĩa lớn trong đấu tranh sinh học, nhằm bảo vệ cây trồng và nông sản khỏi sự phá hoại của côn trùng và bệnh lý gây hại.

Mối quan hệ giữa các loài trong quần xã rất khăng khít và số lượng của các loài trong quần xã, mặc dù có biến động, nhưng vẫn giữ được ở một trạng thái tương đối ổn định nào đấy. Trạng thái cân bằng động như vậy giữa các loài trong quần xã được gọi là trạng thái cân bằng sinh học trong tự nhiên (hay cân bằng sinh thái - khi ở đó đã có tác động của con người). Ở trạng thái cân bằng ấy, giữa các thành viên trong quần xã đã tạo nên một tương quan số lượng tương đối điển hình phù hợp với nhu cầu của từng loài, phù hợp với môi trường vật lý xung quanh. Sự hình thành các phức hợp tự nhiên như vậy là biểu hiện của cân bằng sinh học.

Cân bằng sinh học trong tự nhiên chỉ là tạm thời, vì tất cả mọi sự thích nghi qua lại của sinh vật chỉ là tương đối và có mâu thuẫn. Hơn nữa, các cá thể trong quần xã không phải chỉ có quan hệ với nhau mà còn cùng chịu tác động của ngoại cảnh mà sự tác động của ngoại cảnh rất không đồng đều lên mọi thành viên trong quần xã, nên sự cân bằng mà ta quan sát thấy trong tự nhiên luôn luôn có cơ hội bị phá vỡ. Con người phải duy trì cân bằng sinh học trong tự nhiên theo hướng có lợi cho con người. Trạng thái cân bằng sinh học thường thể hiện rõ nét ở các quần xã cao đỉnh, tại đó năng lượng sinh ra và năng lượng mất đi là tương đương nhau.

Khái niệm cân bằng sinh thái ở đây không nên hiểu theo nghĩa tĩnh đơn thuần mà nên hiểu là trong điều kiện tự nhiên các quần thể đều ở trong một giới hạn nhất định, nghĩa là nó có thể có số lượng không quá lớn, do những cơ chế điều tiết không

cho sinh vật phát triển theo khả năng của nó được. Nếu con người không can thiệp vào thì hầu hết các hệ sinh thái đều có khuynh hướng chuyển đến trạng thái tương đối ổn định (cao đỉnh).

Con người, với các tác động đơn giản và phiến diện của mình vào tự nhiên, khi tạo ra những vùng trồng trọt đã hình thành nên các quần xã nông nghiệp ít thành thục mà trong đó những biến đổi của quần thể rất mạnh và những thay đổi này không phải là lúc nào cũng có ích lâu dài cho con người. Vì vậy, một trong các mục đích chính của sinh thái học ứng dụng là duy trì được cân bằng tự nhiên này hoặc lập lại cân bằng sinh thái ở các hệ bị tổn thương do tác động của con người. Việc phá vỡ cân bằng sinh thái tự nhiên thường dẫn tới những hậu quả tai hại mà con người không kiểm soát nổi. Bất kỳ ai trong chúng ta cũng có thể dẫn ra hàng loạt ví dụ về tác hại của việc phá vỡ cân bằng sinh thái: Những vấn đề đặt ra ở hạ lưu đập nước Axoan (Ai Cập) khi con đập vĩ đại này được hoàn thành, việc tiêu diệt rái cá ở Ba Lan, chim sẻ ở Trung Quốc, tình hình xảy ra ở vùng thượng lưu sông Ranh (Đức) khi con sông này được nắn thẳng, việc tiêu diệt chó sói ở Hoa Kỳ, tiêu diệt rắn để bảo vệ mùa màng ở Ấn Độ, v.v... Các ví dụ này là những bài học sinh động về sự non nớt của con người trong việc áp dụng khống chế sinh học.

Sử dụng biện pháp khống chế sinh học trong việc điều tiết các sinh vật có hại bằng cách sử dụng loài khác như vật ăn thịt hay vật ký sinh ngày càng được sử dụng rộng rãi trong đấu tranh phòng chống các loài gây hại. Ví dụ, nhập cóc *Bufo marinus* để diệt sâu hại mía, kiến vớng (*Decophylla smaragdina*) để diệt sâu hại cam, dùng bọ rùa *Novius cardinalis* để diệt bọ rùa *Icerya purchasi* hại chanh, dùng ong mắt đỏ diệt sâu đục thân lúa... Biện pháp khống chế sinh học thường có hiệu quả cao ở những nơi có điều kiện khí hậu ổn định. Nhưng như thế cũng có nghĩa là chúng ta đã tạo ra sự mất cân bằng trong quần xã, và trong nhiều trường hợp sau khi thế cân bằng mới đã được tạo lập, loài gây hại không còn nữa, nhưng rất có thể sự vắng mặt của loài này lại tạo điều kiện cho sự phát triển của một loài gây hại nào đó (thường là loài “con mồi” của loài vừa bị tiêu diệt), gây ra những hậu quả con người khó kiểm soát. Người ta nhập vào bang Hawaii 8 loài sâu để tiêu diệt cây *Latana*—một loại cây cảnh có hại. Cây *Latana* bị tiêu diệt đã ảnh hưởng đến số lượng chim sáo ăn quả cây này, từ đó đã làm tăng số lượng sâu *Cirphis unipuncta* hại đồng cỏ và mía, vì loài này vốn là mồi của chim sáo...



Tóm tắt

- Quần xã là một tập hợp các sinh vật cùng sống trong một vùng hoặc sinh cảnh xác định, được hình thành trong quá trình lịch sử lâu dài, liên hệ với nhau do những đặc trưng chung về sinh thái học mà các thành phần cấu thành quần xã (quần thể, cá thể...) không có.
- Cấu trúc của quần xã được biểu hiện thông qua các đặc điểm cơ bản như sự phân tầng, quan hệ dinh dưỡng (cấu trúc lưới của liên hệ dinh dưỡng) và tính chất hoạt động của các loài cùng sống chung (được xác định bởi sự cạnh tranh, sự đối kháng hay sự hỗ sinh...)
- Sự phân tầng trong quần xã là sự phân bố của các loài theo độ cao đặc trưng. Một trong những nguyên nhân quan trọng dẫn tới sự phân tầng là yếu tố vật lý của môi trường bên ngoài (như nhiệt độ, ánh sáng, ô xy hay thức ăn) phân bố không đồng đều theo chiều thẳng đứng. Vì có những điều kiện khác nhau, nên mỗi tầng có những sinh vật đặc trưng sinh sống. Nhờ phân tầng mà các sinh vật giảm được mức độ cạnh tranh về nơi ở; đồng thời lại tăng cường được khả năng sử dụng nguồn năng lượng ngoài thiên nhiên.
- Chuỗi thức ăn là tập hợp các sinh vật sống phụ thuộc lẫn nhau về mặt dinh dưỡng, trong đó một số sinh vật này làm thức ăn cho một số sinh vật khác. Mỗi một loài nằm trong chuỗi thức ăn được gọi là một mắt xích thức ăn và mỗi loài có thể là mắt xích của nhiều chuỗi thức ăn khác nhau. Nhiều chuỗi thức ăn kết hợp lại với nhau qua những mắt xích này tạo thành mạng lưới thức ăn vô cùng phức tạp. Như vậy, mạng lưới thức ăn bao gồm nhiều chuỗi thức ăn khác nhau được nối với nhau bởi một hoặc nhiều mắt xích thức ăn. Đặc điểm của chuỗi thức ăn bị chi phối bởi quy luật tháp hình tháp.
- Mối quan hệ giữa các loài khác nhau biểu hiện qua các mối quan hệ đối địch (cạnh tranh, vật ăn thịt - con mồi, ký sinh - vật chủ), quan hệ tương trợ (cộng sinh, hội sinh, hợp sinh); quan hệ sinh thái giữa các loài trong quần xã thể hiện ở hai mặt chủ yếu: quan hệ về dinh dưỡng và nơi ở.
- Diễn thế của quần xã là quá trình phát triển có thứ bậc, diễn ra do những biến đổi nội tại của quần xã trong đó có sự thay thế một số loài này bằng một số loài khác thích nghi hơn với điều kiện sống. Diễn thế là một quá trình có định hướng vì vậy có thể dự đoán được kết quả phát triển của quần xã trong các điều kiện cụ thể của môi trường.
- Khống chế sinh học có nghĩa là số lượng cá thể của loài này phát triển tùy thuộc vào số lượng cá thể của loài khác. Do đó mà số lượng sinh vật của các loài trong quần xã mặc dù có biến đổi (tăng lên hoặc giảm đi), nhưng không bao giờ quá mức. Nếu như một loài nào đó có sự bùng nổ về số lượng thì ngay sau đó chúng lại bị các loài khác kìm hãm và buộc phải giảm số lượng đi đến ngưỡng cho phép. Khống chế sinh học có ý nghĩa lớn trong đấu tranh sinh học, nhằm bảo vệ cây trồng và nông sản khỏi sự phá hoại của côn trùng và bệnh lý gây hại.
- Số lượng của các loài trong quần xã mặc dù luôn biến động, nhưng vẫn giữ được ở một trạng thái tương đối ổn định nào đấy. Trạng thái cân bằng động như vậy giữa các loài trong quần xã được gọi là trạng thái cân bằng sinh học trong tự nhiên. Ở trạng thái cân bằng, giữa các thành viên trong quần xã đã tạo nên một tương quan số lượng tương đối điển hình phù hợp với nhu cầu của từng loài, phù hợp với môi trường vật lý xung quanh. Sự hình thành các phức hợp tự nhiên như vậy là biểu hiện của cân bằng sinh học.

Câu hỏi ôn tập

1. Quần xã là gì?
2. Sự phân tầng trong quần xã là gì? Nguyên nhân và ý nghĩa của sự phân tầng?
3. Thế nào là chuỗi thức ăn và lưới thức ăn?
4. Giải thích tại sao độ dài và tính phức tạp trong lưới thức ăn lại liên quan đến tính ổn định trong quần xã sinh vật
5. Quy luật hình tháp sinh thái thể hiện trong chuỗi thức ăn và lưới thức ăn như thế nào?
6. Người ta đã sử dụng mối quan hệ giữa các loài sinh vật như thế nào để làm lợi cho cuộc sống của con người?
7. Thế nào là diễn thế sinh thái? Phân biệt sự khác nhau giữa diễn thế nguyên sinh và diễn thế thứ sinh?
8. Thế nào là khống chế sinh học và cân bằng sinh thái?

TÀI LIỆU ĐỌC THÊM

Cao Liêm -Trần Đức Viên, 1990

Sinh thái học nông nghiệp và Bảo vệ môi trường (2 tập). Nhà xuất bản Đại học và Giáo dục chuyên nghiệp. Hà Nội.

Vũ Trung Tạng, 2000.

Sinh thái học cơ bản. NXB Giáo dục. Hà Nội.

Trần Đức Viên, Phạm Văn Phê, 1998.

Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

Eugene P. Odum, 1983.

Basic ecology. Saunders College Publishing House.

Thomas C. Emmel, 1973.

An introduction to Ecology and population ecology. W.W. Norton&Company INC.

CHƯƠNG BỐN

HỆ SINH THÁI

Nội dung

Thuật ngữ hệ sinh thái (ecosystem) được nhà sinh thái học người Anh là A. Tansley đề cập lần đầu tiên vào năm 1935. Hệ sinh thái là một đơn vị thống nhất bao gồm các yếu tố vô sinh và hữu sinh tác động qua lại với nhau để thực hiện hai chức năng cơ bản là trao đổi vật chất và chuyển hoá năng lượng giữa các bộ phận cấu thành hệ sinh thái.



Các nội dung sau sẽ được đề cập trong chương 4:

- ✿ Khái niệm về hệ sinh thái
- ✿ Thành phần và cấu trúc của hệ sinh thái
- ✿ Dòng vận chuyển năng lượng trong hệ sinh thái
- ✿ Chu trình vật chất trong hệ sinh thái
- ✿ Khả năng tự điều chỉnh của hệ sinh thái

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần:

- Nắm được khái niệm thế nào là hệ sinh thái
- Phân tích được cấu trúc của một hệ sinh thái
- Mô tả được dòng năng lượng và vật chất di chuyển trong một hệ sinh thái
- Nêu được khả năng tự điều chỉnh của hệ sinh thái

1. KHÁI NIỆM VÀ CẤU TRÚC CỦA HỆ SINH THÁI

1.1. Khái niệm

Sinh vật và môi trường xung quanh thường xuyên có tác động qua lại với nhau tạo thành một đơn vị hoạt động thống nhất. Các sinh vật trong một đơn vị bất kỳ như thế sẽ gồm rất nhiều các loài sinh vật sinh sống và đó chính là quần xã sinh vật, chúng tương tác với môi trường vật lý bằng các dòng năng lượng tạo nên cấu trúc dinh dưỡng và chu trình tuần hoàn vật chất giữa thành phần hữu sinh và vô sinh thì được gọi là hệ sinh thái.

Như vậy hệ sinh thái là một hệ chức năng gồm có quần xã của các thể sống và môi trường của chúng. Có thể đưa ra một công thức tóm tắt về hệ sinh thái như sau:

$$\text{Quần xã sinh vật} + \text{Môi trường xung quanh} = \text{Hệ sinh thái}$$

Về mặt quan hệ dinh dưỡng, người ta chia các thành phần trong hệ sinh thái ra làm hai nhóm:

- Thành phần tự dưỡng, bao gồm các loài cây xanh có khả năng hấp thụ các chất vô cơ dưới tác dụng của năng lượng ánh sáng mặt trời để tổng hợp lên các hợp chất hữu cơ phức tạp giàu năng lượng;
- Thành phần dị dưỡng, bao gồm các loại sinh vật phân huỷ, các sinh vật ăn thực vật, động vật ăn thịt...

Về mặt cơ cấu, hệ sinh thái được chia ra các thành phần sau:

- *Thành phần vô sinh*: bao gồm các chất vô cơ (C, N, CO₂, H₂O, O₂,...), các chất hữu cơ (protein, glucid, lipit, mùn...), chế độ khí hậu (nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm) và các yếu tố vật lý khác.
- *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 tiêu thụ ở tất cả các bậc và sinh vật phân huỷ mà chủ yếu là các loại vi khuẩn và nấm phân giải các hợp chất hữu cơ để sinh sống đồng thời giải phóng ra các chất vô cơ cho các sinh vật sản xuất.

Theo quan điểm chức năng, hoạt động của hệ sinh thái được phân chia theo các hướng sau đây: (1) dòng năng lượng; (2) chuỗi thức ăn; (3) sự phân bố theo không gian và thời gian; (4) tuần hoàn vật chất; (5) phát triển và tiến hoá; và (6) điều khiển (cybernetic).

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. Mỗi một phần này lại ảnh hưởng đến phần khác và cả hai đều cần thiết để duy trì sự sống dưới dạng như đã tồn tại trên trái đất.

Các hệ sinh thái có qui mô rất khác nhau. Nó có thể bé như một bể nuôi cá, một hốc cây, một khúc củi mục; có thể là trung bình như ao hồ, đồng cỏ, ruộng nương...

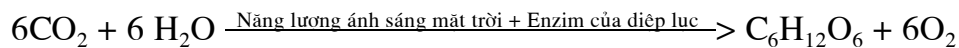
và có thể rất lớn như đại dương mênh mông. Tập hợp tất cả các hệ sinh thái trên bề mặt trái đất làm thành hệ sinh thái khổng lồ - sinh quyển.

1.2. Cấu trúc của hệ sinh thái

Các hệ sinh thái xét về cấu trúc đều gồm 4 thành phần cơ bản: Môi trường (ngoại cảnh) (E), vật sản xuất (P), vật tiêu thụ (C) và vật phân huỷ (D).

Môi trường (E) bao gồm tất cả các nhân tố vật lý, hoá học (vô sinh) bao quanh sinh vật. Ví dụ: Hệ sinh thái hồ, môi trường gồm nước, nhiệt độ, ánh sáng, các khí hoà tan, các muối hoà tan, các vật lơ lửng... môi trường cung cấp tất cả các yêu cầu cần thiết cho vật sản xuất tồn tại.

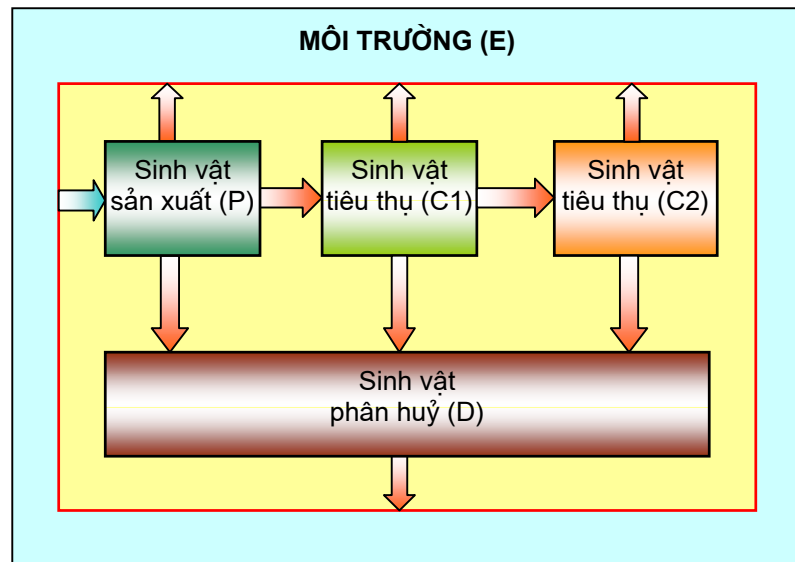
Vật sản xuất (P) bao gồm các vi khuẩn và cây xanh, tức là các sinh vật có khả năng tổng hợp được tất cả các chất hữu cơ cần cho sự xây dựng cơ thể của mình, các sinh vật này còn được gọi là các sinh vật tự dưỡng. Cơ chế để các sinh vật sản xuất có thể tự tổng hợp được các chất hữu cơ là do chúng có các diệp lục để thực hiện phản ứng quang hợp như sau:



Một số vi khuẩn cũng được coi là vật sản xuất do chúng cũng có khả năng quang hợp hay hoá tổng hợp. Đương nhiên tất cả các hoạt động sống có được là dựa vào khả năng sản xuất của vật sản xuất.

Vật tiêu thụ (C) bao gồm các động vật. Chúng sử dụng các chất hữu cơ trực tiếp hay gián tiếp từ vật sản xuất, chúng không có khả năng tự sản xuất được chất hữu cơ và được gọi là các sinh vật dị dưỡng. Vật tiêu thụ cấp I hay động vật ăn cỏ là các động vật chỉ ăn các thực vật. Vật tiêu thụ cấp II là các động vật ăn tạp hay ăn thịt. Theo chuỗi thức ăn ta còn có vật tiêu thụ cấp III, cấp IV. Ví dụ, trong hệ sinh thái hồ, tảo là vật sản xuất, giáp xác thấp là vật tiêu thụ cấp I; tôm, tép, cá con là vật tiêu thụ cấp II, cá rô, cá chuối là vật tiêu thụ cấp III; rắn nước, rái cá, chim bói cá là vật tiêu thụ cấp IV.

Vật phân huỷ (D) là các vi khuẩn và nấm. Chúng phân huỷ các chất hữu cơ. Tính chất dinh dưỡng đó gọi là hoại sinh, chúng sống nhờ vào các sinh vật chết.



Hình 1. Cấu trúc hệ sinh thái

Hầu hết các hệ sinh thái tự nhiên bao gồm đủ 4 thành phần cơ bản trên. Tuy vậy, trong một số trường hợp hệ sinh thái không đủ 4 thành phần. Ví dụ, hệ sinh thái đáy biển sâu thiếu vật sản xuất, do đó chúng không thể tồn tại được nếu không được hệ sinh thái ở tầng mặt cung cấp chất hữu cơ. Tương tự, hệ sinh thái hang động cũng thiếu vật sản xuất. Hệ sinh thái đô thị cũng được coi như thiếu vật sản xuất,

muốn tồn tại hệ sinh thái này phải được hệ sinh thái nông nghiệp cung cấp lương thực - thực phẩm.

2. CÁC HỆ SINH THÁI CHÍNH

Các hệ sinh thái trong sinh quyển có thể chia thành các hệ sinh thái trên cạn, các hệ sinh thái nước mặn và các hệ sinh thái nước ngọt.

Các hệ sinh thái trên cạn được đặc trưng bởi các quần xã thực vật vì thảm thực vật ở đây chiếm sinh khối rất lớn và gắn liền với khí hậu địa phương. Do đó tên của quần xã cảnh quan vùng địa lý thường là tên quần thể thực vật ở đấy.

Hệ sinh thái nước mặn ít phụ thuộc vào khí hậu hơn hệ sinh thái trên cạn. Tính đặc trưng của hệ sinh thái nước mặn thể hiện ở sự phân bố sinh vật theo chiều sâu, và sự quang hợp của sinh vật nước mặn chỉ có thể thực hiện được ở tầng sản xuất hay tầng xanh, nơi nhận được ánh sáng mặt trời. Các hệ sinh thái nước ngọt thường không sâu, người ta còn phân ra hệ sinh thái môi trường nước chảy và hệ sinh thái môi trường nước tĩnh (ao, hồ, đầm...).

Trước khi nghiên cứu về các hệ sinh thái trên cạn và dưới nước, chúng ta hãy cùng nhau tìm hiểu về một số khái niệm thường dùng khi mô tả hay nghiên cứu các hệ sinh thái.

Sinh thái cảnh: Nhóm nhân tố vô sinh được gọi là sinh thái cảnh, nó bao gồm 2 thành phần cơ bản là khí quyển và thổ nhưỡng quyển.

Sinh vật cảnh hay là các thành phần sinh vật: bao gồm quần xã thực vật, quần xã động vật và quần xã vi sinh vật.

2.1. Các hệ sinh thái trên cạn

a) Rừng nhiệt đới

Khí hậu vùng nhiệt đới nóng và ẩm, nên rừng nhiệt đới quanh năm xanh tốt, rậm rạp, nhiều tầng tán. Trong rừng, ánh sáng mặt trời ít khi chiếu thẳng xuống đến mặt đất, do đó độ ẩm không khí cao, tạo điều kiện cho nhiều loài sâu bệnh phát triển.

Sự phân tầng của rừng nhiệt đới là lớn nhất, và ở đó có sự đa dạng sinh học cao nhất. Trong nhiều năm gần đây, sự khai thác quá mức tài nguyên rừng đã làm cho bộ mặt rừng nhiệt đới bị biến đổi sâu sắc, tính đa dạng sinh học bị giảm sút nhanh chóng.

b) Xavan hay rừng cỏ đới nóng

Xavan đới nóng có đặc điểm là mưa ít, mùa mưa ngắn, còn mùa khô thì kéo dài. Về mùa khô phần lớn cây bị rụng lá do thiếu nước. Ở đây cỏ mọc thành rừng, chủ yếu là cỏ tranh; cây to mọc thành nhóm hay đứng một mình, xung quanh cây to là cây bụi hay cỏ cao.

Động vật sống trên miền xavan thường là những động vật ăn cỏ cỡ lớn như linh dương, ngựa vằn, hươu cao cổ, voi, tê giác... Chúng thích nghi với sự vận chuyển trên đồng cỏ hoang vu; có những loài thú ăn thịt chạy nhanh (sư tử, báo...), có những loài chim chạy như đà điểu; sâu bọ ưu thế là kiến mối và cào cào, châu chấu. Ở xavan châu Úc có những loài đặc biệt (thú mỏ vịt, thú có túi). Khác với quần xã rừng nhiệt đới, số lượng loài sinh vật của xavan ít hơn nhiều. Động vật ở xavan có hiện tượng di cư theo mùa.

Có người cho rằng, xavan ở Việt nam phân bố rải rác khắp nơi, có khi ở ngay giữa miền rừng rậm. Miền Đông Nam bộ có nhiều rừng cỏ cao mọc đầy dứa dại. Một số tỉnh miền núi phía Bắc có nhiều rừng cỏ cao với loài ưu thế là cỏ tranh. Xavan ở Việt nam có thể chia thành ba kiểu: xavan cây to, xavan cây bụi cao và xavan cây bụi thấp, và xavan cỏ. Xavan nguyên sinh chỉ tồn tại trong vùng khô hạn giữa Nha Trang và Phan Thiết hoặc ở Mường Xén (Nghệ An), An Châu (Bắc Giang), Cò Nòi (Sơn La), còn nhìn chung là xavan thứ sinh do rừng thưa hay rừng rậm bị tàn phá. Ở nhiều nơi, xavan đã bị biến thành đồng ruộng do tác động của con người.

c) *Hoang mạc*

Hoang mạc có ở miền nhiệt đới và ôn đới. Hoang mạc miền ôn đới về mùa hè cũng nóng gần như hoang mạc miền nhiệt đới, nhưng mùa đông thì rất lạnh. Lượng mưa rất thấp và không đều (<200mm). Thực vật rất nghèo, chỉ có một số loài cây thấp nhỏ (cao khoảng 20cm), rễ ăn sâu (có khi tới 7- 8m), lá rất nhỏ và gần như biến thành gai nhọn; nhưng cũng có những loài cây mọng nước, chúng thường mọc rất nhanh khi mùa xuân về, ra hoa kết quả trong vòng một tháng trước khi mùa khô đến. Trên hoang mạc chỉ có một số ít loài động vật có xương sống cỡ lớn như lạc đà một bướu, linh dương, báo, sư tử; nhưng các loài gặm nhấm sống trong đất thì lại khá phong phú. Đại bộ phận các loài chim ở đây là chim chạy. Sự thích nghi của động vật với đời sống hoang mạc rất rõ nét: giảm tiết mồ hôi và nước tiểu, sử dụng nước trao đổi chất, hoạt động chủ yếu về ban đêm, có đời sống chui rúc trong đất... Chúng cũng di cư theo mùa, ngủ hè, ngủ đông, sinh sản đồng loạt vào thời kỳ có độ ẩm cao...

Quá trình chuyển từ xavan sang hoang mạc có giai đoạn trung gian gọi là *bán hoang mạc*. Sự chăn thả quá mức dê và cừu, cũng như việc khai thác cây bụi làm chất đốt đã góp phần mở rộng diện tích hoang mạc trên thế giới. Nhiều người gọi đó là quá trình *sa mạc hóa* do chăn thả và chặt đốt.

d) *Thảo nguyên*

Ở phía bắc miền hoang mạc là thảo nguyên vùng ôn đới với mùa hạ vẫn nóng và kéo dài, mùa đông đỡ lạnh hơn và có ít tuyết. Mùa xuân khi tuyết tan thì đất trở nên khô và liền theo đó là mùa hè đại hạn, lượng mưa cả năm dao động từ 350-500mm.

Thảm thực vật thảo nguyên chủ yếu là cỏ thấp. Đất thảo nguyên là đất tốt, màu đen hoặc nâu, giàu mùn và muối khoáng. Cũng như miền xavan, trên thảo nguyên có những loài động vật ăn cỏ chạy nhanh như bò bison, ngựa hoang, lừa, cáo, chó sói đồng cỏ, chó đồng cỏ, chuột, sóc đất... Tính chất sống theo đàn, vận chuyển nhanh, bay giỏi, ngủ đông, ngủ hè, dự trữ thức ăn, di cư là đặc điểm của động vật thảo nguyên. Sự thay đổi khí hậu theo ngày đêm và theo mùa rất rõ rệt (nhất là về mùa hè) đã có ảnh hưởng lớn đến sự biến động số lượng quần thể các loài trong quần xã.

Do đất đai màu mỡ, cảnh quan miền thảo nguyên đã thay đổi nhiều. Cỏ dại được thay bằng cây trồng ngũ cốc; tuy nhiên xói mòn là vấn đề cần quan tâm khi canh tác ở đây.

e) *Rừng lá rộng ôn đới*

Rừng lá rộng ôn đới phát triển mạnh ở phía đông Bắc Mỹ, Tây Âu và phía đông Châu Á, nơi có lượng mưa vừa phải và thời tiết ẩm về mùa hè, nhưng về mùa đông thì khí hậu trở nên khắc nghiệt, đây cũng là thời kỳ cây rụng lá. Cũng như rừng

nhật đới, rừng lá rộng ôn đới có nhiều tầng tạo nên nhiều ổ sinh thái. Động vật thường sống dưới tán rừng, dưới gốc cây hay ẩn vào thân cây. Nhiều loài có tập tính di cư xa, có loài ngủ đông, số loài hoạt động ban ngày nhiều hơn hẳn số loài hoạt động về ban đêm. Lá rụng nhiều, tạo thành lớp thảm lá khô dày làm rêu không phát triển được.

f) Rừng thông phương Bắc (rừng taiga)

Rừng taiga tạo thành một vòng đai tiếp giáp với vùng đông rêu ở phía nam, bao gồm chủ yếu các loài cây lá nhọn: thông, linh sam, vân sam...Khí hậu lạnh, mùa đông kéo dài, lượng mưa thấp (300-500mm). Động vật nghèo về số lượng loài. Có những loài thú lớn như hươu Canada, nai Canada...chúng ăn mầm cây, vỏ cây và địa y; có nhiều loại thú có lông dày, nhưng bị săn bắt nhiều; cũng có nhiều loài di cư xuống phía nam vào mùa đông. Quần thể động vật ở đây thể hiện rõ qua các đặc tính như di cư, chu kỳ mùa, ngủ đông và dự trữ thức ăn. Nhiều loài hoạt động về ban ngày.

g) Đài nguyên

Đài nguyên ở vùng cực, thuộc khu vực lạnh quanh năm, băng đóng gần như vĩnh viễn trên mặt đất. Ngày mùa hè rất dài, mặt trời không lặn hàng tháng; còn về mùa đông, đêm cũng kéo dài hàng tháng. Trong điều kiện ánh sáng và nhiệt độ như vậy, thực vật không phát triển được nhiều, chỉ có những loài rêu có rễ mọc nông và có khả năng ra hoa kết quả rất nhanh vào những ngày ấm nhất trong năm. Cây lớn nhất có phong lùn và liễu miền cực, chúng chỉ cao bằng ngón tay. Động vật nghèo nàn, ít có những loài sống định cư. Thú lớn có tuần lộc, bò xạ, chuột lemming, cáo cực; chim có chim sẻ định cư, gà, ngỗng tuyết và cú lông trắng.

2.2. Hệ sinh thái nước mặn

Biển và đại dương chiếm 70% bề mặt trái đất, và có độ sâu tới 11.000m. Sinh vật nước mặn thích ứng với nồng độ muối 30-38‰. Thực vật giới rất nghèo, chủ yếu là vi khuẩn và tảo. Ngược lại, động vật giới rất phong phú. Dựa vào phương thức vận chuyển, người ta chia sinh vật ở nước thành ba loại: (1) sinh vật nền đáy (*benthos*); (2) sinh vật nổi (*plankton*); (3) sinh vật tự bơi (*nekton*).

Tầng nước mặt (*tầng sáng*-độ sâu không quá 100m) là vùng thực vật phát triển mạnh nhất. Tầng giữa (*tầng ít sáng*-độ sâu không quá 150m) là tầng chỉ có các tia ngắn và cực ngắn, thực vật không thể phát triển được ở đây. Dưới nữa là *tầng tối*, nơi không có tia sáng nào xuống được.

Càng xa bờ, độ sâu của biển càng tăng, và người ta phân thành các vùng sau: (1) thềm lục địa, là vùng tương đối bằng phẳng, ít dốc, độ sâu tới khoảng 200-500m, chiếm 7,6% diện tích hải dương, tương ứng với vùng triều và vùng dưới triều; (2) sườn dốc lục địa, ở độ sâu 500-3000m, tương ứng với vùng đáy dốc; (3) nền đại dương (độ sâu trên 3000m), ứng với vùng đáy sâu, chiếm 4/5 diện tích hải dương.

Theo chiều ngang, hải dương được chia thành hai vùng lớn: (1) vùng ven bờ (ứng với vùng triều¹ và dưới triều²), ở đây nước không sâu, có ánh sáng, chịu ảnh hưởng của thủy triều; (2) vùng khơi, là vùng còn lại.

¹Vùng triều (*littoral*) là vùng bờ hải dương trong biên độ giao động của thủy triều, từ độ sâu 0m đến mức cao nhất của thủy triều

²Vùng dưới triều (*sublittoral*) là vùng đáy sâu tới 200-300m

Dựa vào chiều sâu, có thể chia hải dương thành hai môi trường sống: môi trường sống ở tầng đáy, và môi trường sống ở tầng nước trên.

a) Đặc điểm quần xã vùng ven bờ

Quần xã vùng ven bờ thay đổi tùy theo vùng hải dương. Nhìn chung, ở vùng ven biển ôn đới, tảo chiếm ưu thế; còn vùng ven biển nhiệt đới có rừng ngập mặn với cây đước chiếm ưu thế. Vùng này có sự biến động về độ mặn và nhiệt độ khá lớn, nhất là các vùng gần cửa sông. Sinh vật sống vùng cửa sông là những loài có khả năng chống chịu giỏi và biên độ thích ứng rộng. Sinh vật vùng ven bờ có chu kỳ hoạt động ngày đêm thích ứng với hoạt động của nước triều và có khả năng chịu đựng được trong điều kiện thiếu nước khi nước triều rút. Sinh vật vùng triều là những sinh vật có đời sống cố định (bám chặt xuống đáy nước) hoặc bơi giỏi để khắc phục sóng nước. Độ đa dạng của quần xã ven bờ cao hơn hẳn quần xã vùng khơi. Ở ven bờ còn có sự phân bố theo tầng của tảo đa bào và tảo đơn bào.

b) Đặc điểm quần xã vùng khơi

Vùng khơi bắt đầu từ sườn dốc lục địa, ở đây chỉ có tầng nước trên được chiếu sáng. Thực vật giới gồm các thực vật nổi có số lượng ít hơn vùng ven bờ, chúng thực hiện chu kỳ di cư hàng ngày theo chiều thẳng đứng xuống tầng nước sâu. Động vật nổi sử dụng thực vật nổi làm thức ăn, nên số lượng cũng không nhiều. Càng xuống sâu số loài động vật càng giảm: tôm cua chỉ có đến độ sâu 8.000m, cá: 6.000m, mực: 9.000m, v.v...ở độ sâu 10.000m, chỉ còn một vài loài đặc trưng. Động vật tự bơi có thể di chuyển ở các độ sâu nhất định, chúng ăn sinh vật nổi, động vật đáy và vật chết ở đáy sâu. Nhiều loài động vật có những thích nghi đặc biệt để tồn tại. Ví dụ, cá vây chân (*Ophius piscatorius*) cá đực rất nhỏ, ký sinh thường xuyên trên cá cái, do đó cá đực và cái không cần phải hao tốn năng lượng đi tìm nhau trong mùa sinh sản. Ở đây, động vật ăn thịt rất hiếm vì nguồn thức ăn chủ yếu là vi khuẩn, xác sinh vật và các mảnh vụn hữu cơ.

2.3. Hệ sinh thái nước ngọt

Sinh vật của hệ sinh thái nước ngọt chỉ thích ứng với nồng độ muối thấp hơn nhiều so với sinh vật nước mặn ($0,05-5\text{‰}$), độ đa dạng cũng thấp hơn. Ở đây các loài động vật màng nước (*Neuston*) như con cá vó (*Gerris*), bọ vẽ (*Gyrinidae*), cà niễng (*Hydrophyllidae*) và ấu trùng muỗi có số lượng phong phú. Nhiều loài côn trùng ở nước ngọt đẻ trứng trong nước, ấu trùng phát triển thành cá thể trưởng thành ở trên cạn. Các loài thực vật cỡ lớn có hoa cũng nhiều hơn ở nước mặn. Tảo lam, tảo lục phát triển mạnh ở nước ngọt. Các hệ sinh thái nước ngọt có thể chia thành các hệ sinh thái nước đứng (đầm lầy, ao, hồ) và các hệ sinh thái nước chảy (sông, suối).

a) Hệ sinh thái nước đứng

Các vực nước đứng càng có kích thước nhỏ bao nhiêu càng ít ổn định bấy nhiêu: nắng hạn kéo dài chúng dễ bị khô cạn, độ mặn tăng; khi mưa nhiều, chúng dễ bị ngập nước, chỉ một chút ô nhiễm là đã có thể gây hại cho cả quần xã... Nhiệt độ nước thay đổi phụ thuộc khá chặt vào nhiệt độ không khí. Trong nhiều trường hợp sự phân hủy lớp lá mục ở đáy tạo ra nhiệt độ cao làm nước có màu sẫm.

Hệ sinh thái đầm khác ao ở chỗ: ao nông hơn đầm nên dễ bị ảnh hưởng của ngoại cảnh hơn. Nhiều khi chúng bị khô hạn theo mùa, sinh vật ở đây có khả năng chịu khô hạn và nồng độ muối tăng; nếu không chúng phải di cư sang các vực nước khác hay sống tiềm sinh. Ánh sáng vẫn có khả năng xâm nhập xuống đáy ao và đầm, nên ở vùng bờ thường có các loài cây thủy sinh có rễ ăn đến đáy; còn ở trên mặt nước những vùng nước sâu thường có các loài thực vật nổi (như các loại bèo).

Thực vật trở thành nơi ở và thức ăn của động vật. Trong các tầng nước, nhiệt độ và lượng muối khoáng được phân bố đều nhờ tác dụng của gió. Nhiệt độ và ánh sáng ảnh hưởng tới nồng độ các chất khí hòa tan, tới cường độ quang hợp. Động vật ở đây có động vật nổi, động vật đáy và động vật tự bơi.

Hệ sinh thái hồ khác ao, đầm ở độ sâu; ánh sáng chỉ chiếu được vào tầng nước mặt, do đó vực nước được chia thành hai lớp: (1) lớp nước trên được chiếu sáng nên thực vật nổi phong phú, nồng độ oxy cao, sự thải khí oxy trong quá trình quang hợp và nhiệt độ của lớp nước trên thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ không khí; (2) lớp nước dưới thiếu ánh sáng, nhiệt độ ổn định (4°C), nồng độ oxy thấp, nhất là trong trường hợp có sự lên men các chất hữu cơ tầng đáy.

b) Hệ sinh thái nước chảy

Đặc điểm quan trọng của sông là chế độ nước chảy, do đó mà chế độ nhiệt, muối khoáng nhìn chung đồng đều nhưng thay đổi theo mùa. Các quần xã thủy sinh vật ở đây có thành phần không đồng nhất, thay đổi theo vị trí của sông trong toàn lưu vực (thượng lưu, trung lưu hay miền hạ lưu sông). Thành phần loài mang tính pha tạp cao do nhiều loài ngoại lai từ các thủy vực khác du nhập vào. Ở các con sông có dòng chảy mạnh, nhiệt độ nước thấp, nồng độ oxy cao, số loài thực vật ít, động vật nổi không phát triển, nhưng có những loài cá bơi giỏi; sinh vật đáy phát triển, hệ rễ bám chặt vào đáy như rong mái chèo, hoặc phát triển mạnh cơ quan bám. Ở vùng hạ lưu, nước chảy chậm hơn, hệ thực vật phát triển phong phú với nhiều loài thực vật có hoa, động vật nổi xuất hiện nhiều giống như ở ao hồ. Ở đáy bùn cửa sông có trai, giun ít tơ, các loài cá bơi giỏi được thay bằng các loài cá có nhu cầu oxy thấp. Vùng thượng lưu sông Hồng có những loài cá bơi giỏi có nhu cầu oxy cao đặc trưng cho vùng núi như cá sinh, cá chát, cá lồi...; còn ở vùng hạ lưu khu hệ cá gồm những loài phổ biến của miền đồng bằng như chép, mè, diếc... và vài loài cá di cư từ biển vào theo mùa như cá mòi, cá chày.... Một số loài phân bố rộng từ thượng nguồn tới miền cửa sông như cá mương, cá măng, cá nheo...

Quần xã thủy sinh vật của suối thường giống với sinh vật của thượng lưu sông về cả thành phần loài và số lượng.

3. ĐẶC ĐIỂM VÀ NHỮNG HOẠT ĐỘNG CƠ BẢN CỦA HỆ SINH THÁI

3.1. Nơi ở và ổ sinh thái

Khi mô tả các mối quan hệ sinh thái giữa các sinh vật, điều quan trọng là phân biệt được nơi mà sinh vật đó sống, và nó đóng vai trò gì trong hệ sinh thái. Hai danh từ *nơi ở* và *ổ sinh thái* là hai khái niệm có tầm quan trọng đầu tiên trong sinh thái học. Nơi ở của sinh vật là một vùng vật lý, một khoảng diện tích riêng biệt trên mặt đất có không khí, đất và nước mà sinh vật đó sinh sống. Nơi ở của một sinh vật có thể rộng như cả đại dương, hoặc là một vùng đồng cỏ bao la, hoặc cũng có thể nhỏ bé như mặt dưới của một tấm gỗ mục hay ruột của một con mối... nhưng một nơi ở bao giờ cũng phải là một vùng có giới hạn về vật lý rõ ràng. Có thể có nhiều động vật hay thực vật khác nhau cùng sống tại một nơi ở.

Ổ sinh thái là một khái niệm mô tả không những cho nơi ở mà sinh vật chiếm cứ mà còn đề cập đến vai trò chức năng của nó trong quần xã. Như vậy, ổ sinh thái là một đơn vị tổng hợp bao gồm không gian vật lý mà sinh vật sống và các yếu tố môi trường cần thiết cho sự tồn tại của sinh vật đó.

Để giải thích một cách đơn giản, Odum (1983) đã so sánh nơi ở của một người giống như địa chỉ của người đó còn ổ sinh thái thì giống như nghề nghiệp của họ.

Đối với các sinh vật khi nghiên cứu về chúng mà chỉ đề cập đến nơi ở thì mới là bước ban đầu. Muốn khám phá trạng thái của sinh vật trong các quần xã thì chúng ta cần tìm hiểu về ổ sinh thái mà cụ thể là hoạt động dinh dưỡng, quan hệ tương tác giữa các sinh vật trong quần xã với nhau và giữa sinh vật đó với môi trường vô sinh xung quanh.

Mỗi loài có thể có ổ sinh thái khác nhau tùy theo các vùng khác nhau, phụ thuộc vào nguồn thức ăn cung cấp mà nó có thể lấy được và vào số các vật cạnh tranh với chúng. Một số loài sinh vật như các loài động vật với nhiều giai đoạn khác nhau trong vòng đời có nhiều ổ sinh thái liên tiếp.

3.2. Sự trao đổi năng lượng trong các hệ sinh thái

a) *Đặc điểm chung của dòng vận chuyển năng lượng*

Một trong những chức năng cơ bản của hệ sinh thái là thực hiện hoạt động trao đổi năng lượng giữa các thành phần của hệ sinh thái. Đặc điểm của dòng năng lượng đi qua hệ sinh thái tuân theo các qui luật nhiệt động học cơ bản như sau.

Qui luật 1: Năng lượng không tự sinh ra hoặc tự mất đi, mà chỉ di chuyển từ dạng này sang dạng khác. Ví dụ, năng lượng ánh sáng chuyển sang năng lượng hoá học trong quá trình quang hợp.

Qui luật 2: Khi năng lượng chuyển từ dạng này sang dạng khác không được bảo toàn 100% mà thường mất đi một số năng lượng nhất định. Ví dụ, khi động vật ăn cỏ lấy thức ăn để sinh trưởng và tồn tại, nó không thể sử dụng tất cả năng lượng chứa trong nguyên liệu thực vật. Trong quá trình biến đổi sinh học từ nguyên liệu thực vật thành nguyên liệu động vật thì một số năng lượng nhiệt bị hao phí.

Hai quy luật nhiệt động học trên quán triệt rằng, toàn bộ năng lượng mặt trời được cố định trong thực vật phải trải qua một trong ba quá trình:

- Nó có thể đi qua hệ sinh thái bởi mạng lưới thức ăn và chuỗi thức ăn,
- Nó có thể tích lũy trong hệ sinh thái như năng lượng hoá học trong nguyên liệu động vật hoặc thực vật,
- Nó có thể đi khỏi hệ sinh thái ở dạng nhiệt hoặc sản phẩm nguyên liệu.

Năng lượng sử dụng trong các hệ sinh thái tồn tại ở các trạng thái khác nhau. Có 4 dạng quan trọng là:

- Năng lượng bức xạ, đó là năng lượng ánh sáng được sắp xếp thành phổ rộng lớn bởi các bước sóng điện từ phát ra từ mặt trời;
- Năng lượng hoá học, là năng lượng tích lũy trong các hợp chất hoá học như các chất dinh dưỡng trong đất, nước hoặc trong sinh khối sinh vật;
- Năng lượng nhiệt;
- Động năng, là năng lượng từ sự vận động của cơ thể.

Phần lớn các hệ sinh thái nhận năng lượng chủ yếu từ mặt trời. Năng lượng ấy có hai dạng: năng lượng bức xạ mặt trời và sự phát xạ nhiệt sóng dài của các vật thể nhận ánh sáng. Hai loại bức xạ này đã tạo nên chế độ khí hậu quyết định điều kiện tồn tại của hệ sinh thái. Một phần nhỏ của năng lượng bức xạ, qua quá trình quang hợp được biến đổi thành năng lượng thức ăn của các thành phần sống trong hệ sinh thái.

Lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống mặt đất là $2\text{cal/cm}^2/\text{phút}$ và được gọi là hằng số mặt trời. Tuy nhiên, ở điểm nào cũng chỉ có một thời gian nhất định là ban

ngày nên lượng ấy bị giảm đi khoảng một nửa. Tính ra ngày, khoảng 14.400 kcal/m² và năm là 5,25 triệu kcal/m². Ngoài ra, do bị mây, hơi nước và các khí của khí quyển hút nên lúc đến hệ sinh thái chỉ còn khoảng 1 đến 2 triệu kcal/m²/năm tùy vĩ độ và mây. Số lượng này được cây hút khoảng một nửa và từ 1 đến 5% của phần bức xạ được hấp thụ biến thành chất hữu cơ làm nên hệ sinh thái và hoạt động của nó.

Năng lượng hoá học tồn tại trong thức ăn và được chuyển đổi thông qua chu trình dinh dưỡng. Chất hữu cơ do cây tổng hợp, một phần cây sử dụng để sống và sinh trưởng (và cũng bị mất đi dưới dạng nhiệt các lượng tương ứng), một phần được chuyển cho các vật sống dị dưỡng. Các vật sống này, không trực tiếp ăn chất khoáng mà phải ăn chất hữu cơ được chế biến sẵn. Trước hết là các loài ăn cỏ, sau đó chuyển cho các loài ăn thịt. Trong chuỗi của dòng năng lượng ấy, ở mỗi chặng bị mất đi khoảng 80-90% năng lượng, hay nói cách khác chỉ có 10-20% năng lượng được chuyển cho mức sau.

Về mặt trao đổi năng lượng, người ta chia các hệ sinh thái thành các nhóm sau:

- Các hệ sinh thái nhận năng lượng mặt trời, không được tự nhiên bổ sung như các hệ sinh thái rừng, đồng cỏ, hồ, biển. Năng suất của các hệ sinh thái này không cao nhưng hệ có diện tích rất rộng.
- Các hệ sinh thái nhận năng lượng mặt trời, được tự nhiên bổ sung như các hệ sinh thái cửa sông được năng lượng của thủy triều, sông và các dòng nước đưa các chất hữu cơ và chất khoáng từ nơi khác đến, làm cho việc sử dụng năng lượng mặt trời hiệu quả hơn. Rừng mưa nhiệt đới nhận thêm năng lượng của mưa, các đồng trũng nhận nước trôi từ nơi khác đến cũng thuộc kiểu này. Các hệ sinh thái này có năng suất cao và có khi lại cung cấp năng lượng cho các hệ sinh thái khác.
- Các hệ sinh thái nhận năng lượng mặt trời, được con người bổ sung như các hệ sinh thái nông nghiệp hay nuôi cá. Năng lượng được con người cung cấp thêm dưới dạng nước tưới, phân bón, giống tốt, bảo vệ cây trồng, lao động của con người, gia súc, máy móc. Các hệ sinh thái này có mục đích sản xuất nhất định và có năng suất cao thấp tùy thuộc mức độ năng lượng được bổ sung. Các hệ sinh thái này còn cung cấp năng lượng cho các hệ sinh thái khác.
- Các hệ sinh thái thành thị, công nghiệp nhận năng lượng từ chất đốt. Đây là các hệ sinh thái nhân tạo mà năng lượng chất đốt thay cho năng lượng mặt trời. Thức ăn ở đây được các hệ sinh thái khác cung cấp. Hệ sinh thái này xuất ra nhiều của cải vật chất và cung cấp năng lượng cho các hệ sinh thái khác.

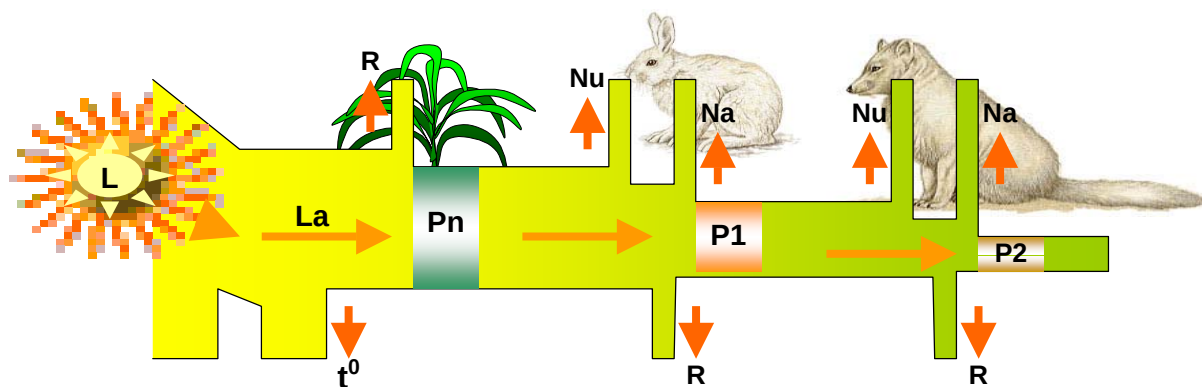
Mức năng lượng (kcal/m²/năm) của các hệ sinh thái:

Hệ sinh thái tự nhiên không được bổ sung:	1.000-10.000 (trung bình 2.000);
Hệ sinh thái tự nhiên được bổ sung:	10.000-40.000 (trung bình 20.000);
Hệ sinh thái nhận năng lượng mặt trời và người bổ sung:	10.000-40.000 (trung bình 20.000);

Hệ sinh thái nhận năng lượng chất đốt:

100.000-30.000.000 (trung bình
2.000.000)

Trong hệ sinh thái, năng lượng tồn tại trong thức ăn được chuyển hoá từ thực vật sang một số các vật sống khác, làm thành chuỗi thức ăn. Trong chuỗi thức ăn có các mức dinh dưỡng khác nhau: mức *sản xuất*, gồm các thực vật có diệp lục, tổng hợp chất hữu cơ nhờ năng lượng mặt trời; mức *tiêu thụ bậc nhất*, gồm các động vật ăn cỏ; mức *tiêu thụ bậc hai*, gồm các động vật ăn thịt v.v... Sự di chuyển của dòng năng lượng trong hệ sinh thái có thể được mô phỏng như ở sơ đồ 26. Trong sơ đồ này, dòng năng lượng được biểu thị bằng các ống dẫn; độ lớn của ống tương ứng với độ lớn của dòng năng lượng.



Hình 2. Sơ đồ của dòng năng lượng trong chuỗi thức ăn.

L: ánh sáng; La-ánh sáng được thực vật hấp thụ; Pn: năng suất sơ cấp; P1,2: năng suất thứ cấp bậc 1,2; Nu: năng lượng không dùng; Na: năng lượng mất do đồng hoá; R: năng lượng mất do hô hấp.

Trong hệ sinh thái, năng lượng được tích lũy trong các nguyên liệu động vật và thực vật. Qua mỗi mức trong chuỗi thức ăn, năng lượng bị giảm đi. Nếu thực vật hút bình quân 1.500 kcal/m²/ngày năng lượng bức xạ thì năng suất thuần của cây chỉ còn 15 kcal; ở động vật ăn cỏ chỉ còn 1,5 và động vật ăn thịt là 0,3. Càng xa nguồn bao nhiêu, năng lượng trong thức ăn càng giảm đi nhiều bấy nhiêu.

Quá trình di chuyển năng lượng có thể tóm tắt như sau:

- Năng lượng đi vào hệ sinh thái từ năng lượng ánh sáng mặt trời, nhưng không phải tất cả năng lượng này đều được sử dụng trong quá trình quang hợp. Chỉ khoảng một nửa số lượng ánh sáng đến được thảm thực vật và được hấp thụ bởi cơ chế quang hợp và chỉ một tỷ lệ rất nhỏ năng lượng được hấp thụ (khoảng 1-5%) được chuyển thành năng lượng hoá học. Phần còn lại bị mất đi dưới dạng nhiệt. Một số năng lượng trong thức ăn thực vật được sử dụng trong quá trình hô hấp. Quá trình này làm mất nhiệt khỏi hệ sinh thái.
- Năng lượng tích lũy trong nguyên liệu thực vật có thể đi qua chuỗi thức ăn và mạng lưới thức ăn mà cụ thể là qua động vật tiêu thụ và sinh vật hoại sinh. Tại mỗi mức, năng lượng một phần mất đi qua hô hấp, một phần mất đi qua quá trình đồng hoá thức ăn và một phần tồn tại trong thức ăn không được sử dụng.

Chính vì thế dòng năng lượng giảm dần qua các mắt xích của chu trình dinh dưỡng. Các động vật ăn cỏ chỉ tích lũy được khoảng 10% năng lượng thực vật cung cấp; tương tự, động vật ăn thịt tích lũy khoảng 10% năng lượng cung cấp bởi con mồi.

- Các nguyên liệu thực vật không bị tiêu thụ, chúng tích lũy lại trong hệ, chuyển sang các sinh vật hoại sinh hoặc đi khỏi hệ khi bị rửa trôi.

Hệ sinh thái là một hệ thống hở nên vật chất và năng lượng có thể đi vào và đi ra khỏi hệ sinh thái như sự di cư và nhập cư động vật, các dòng chảy đổ vào các hệ sinh thái ao, hồ v.v...

b) Năng suất của hệ sinh thái

Năng suất là lượng vật chất do hệ sinh thái sản xuất ra trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị diện tích. Không nên lẫn lộn khái niệm năng suất ở đây với khái niệm năng suất ta vẫn thường dùng trong nông nghiệp. Khái niệm năng suất ta dùng trong nông nghiệp thực ra là lượng chất khô (hay sinh khối) thu hoạch được ở một thời điểm nhất định. Sinh khối đồng thời là năng suất nếu sản lượng từ lúc được tích lũy cho đến khi thu hoạch không bị sử dụng như ở ruộng cây trồng. Trường hợp chất khô bị tiêu thụ trong quá trình sản xuất như ở đồng cỏ chăn thả thì năng suất khác sinh khối. Với cây lâu năm, chất khô tích lũy trong nhiều năm, năng suất cũng khác sinh khối.

Định nghĩa một cách chính xác hơn, năng suất là suất biểu diễn bằng dòng năng lượng trên một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian. Sau đây là số liệu về năng suất sơ cấp của một số hệ sinh thái chủ yếu trên thế giới (theo Whittaker và Likens).

Bảng 1. Năng suất sơ cấp và sinh khối của một số hệ sinh thái chủ yếu

Hệ sinh thái	Năng suất chất khô thuần ($g/m^2/năm$)		Sinh khối chất khô (kg/m^2)	
	Giới hạn	Bình quân	Giới hạn	Bình quân
Rừng nhiệt đới	1000 - 5000	2000	6 - 80	45
Đầm lầy	800 - 4000	2000	3 - 50	12
Rừng ôn đới	600 - 3000	1300	6 - 200	30
Đồng cỏ nhiệt đới	200 - 2000	700	0,2 - 15	4
Ruộng cây trồng	100 - 4000	650	0,4 - 1	1
Đồng cỏ ôn đới	150 - 1500	500	0,2 - 5	1,5
Đài nguyên	10 - 400	140	0,1 - 3	0,6
Nửa hoang mạc	10 - 250	70	0,1 - 2	0,7
Hoang mạc	0 - 10	3	0,0 - 0,2	0,02

Bảng trên cho ta thấy, trong các hệ sinh thái tự nhiên thì rừng nhiệt đới và đầm lầy có năng suất cao nhất; tuy vậy đầm lầy có sinh khối thấp hơn nhiều so với rừng nhiệt đới. Ở các ruộng cây trồng, năng suất rất khác nhau. Năng suất cao nhất của ruộng cây trồng và đầm lầy có thể bằng nhau, nhưng năng suất bình quân ở ruộng cây trồng và đầm lầy chỉ bằng năng suất bình quân của đồng cỏ. Việc so sánh năng suất của hệ sinh thái tự nhiên và nông nghiệp rất khó vì ở hệ sinh thái nông nghiệp cây trồng bắt đầu phát triển diện tích lá từ không, và đạt cao nhất trong một thời gian ngắn, vào lúc năng

suất hàng ngày cao nhất, sau đấy giảm đi. Ở hệ sinh thái tự nhiên, diện tích lá gần như không thay đổi và ít có đỉnh cao về năng suất, vì có nhiều loài mà mỗi loài lại có điểm cao và thời gian khác nhau.

3.3. Chu trình vật chất

Vật chất trong hệ sinh thái được trao đổi có tính tuần hoàn từ môi trường ngoài vào cơ thể sinh vật rồi từ cơ thể sinh vật lại chuyển ra môi trường bên ngoài tạo nên một chu trình gọi là *chu trình địa - sinh - hoá*.

Trong sinh quyển có thể chia ra hai loại chu trình:

- Chu trình các chất khí có nguồn dự trữ trong khí quyển hoặc thuỷ quyển, như chu trình đạm, chu trình cacbon hoặc chu trình nước.
- Chu trình lắng đọng (trầm tích) có nguồn dự trữ nằm trong vỏ quả đất, điển hình là chu trình lân.

Trong số hơn 100 nguyên tố hoá học có trong tự nhiên, cơ thể sinh vật cần thiết khoảng chừng 30 nguyên tố. Trong 30 nguyên tố này lại có những chất tối cần thiết cho cơ thể sinh vật như C, N, O, P, K, Ca, S,... và cần với một khối lượng lớn, đó là nguyên tố đa lượng, còn một số nguyên tố khác, cần với khối lượng ít hơn như Bo, mo, Cl, Cu, Zn,... gọi là những nguyên tố vi lượng. Những nguyên tố này đều tham gia vào các chu trình sinh - địa - hoá.

Ngoài ra còn có các nguyên tố mà người ta chưa biết ý nghĩa sinh học của chúng cũng trao đổi theo các nguyên tố đã kể trên. Các chất độc do con người làm ra như thuốc trừ sâu, chất phóng xạ... cũng trao đổi trong hệ sinh thái.

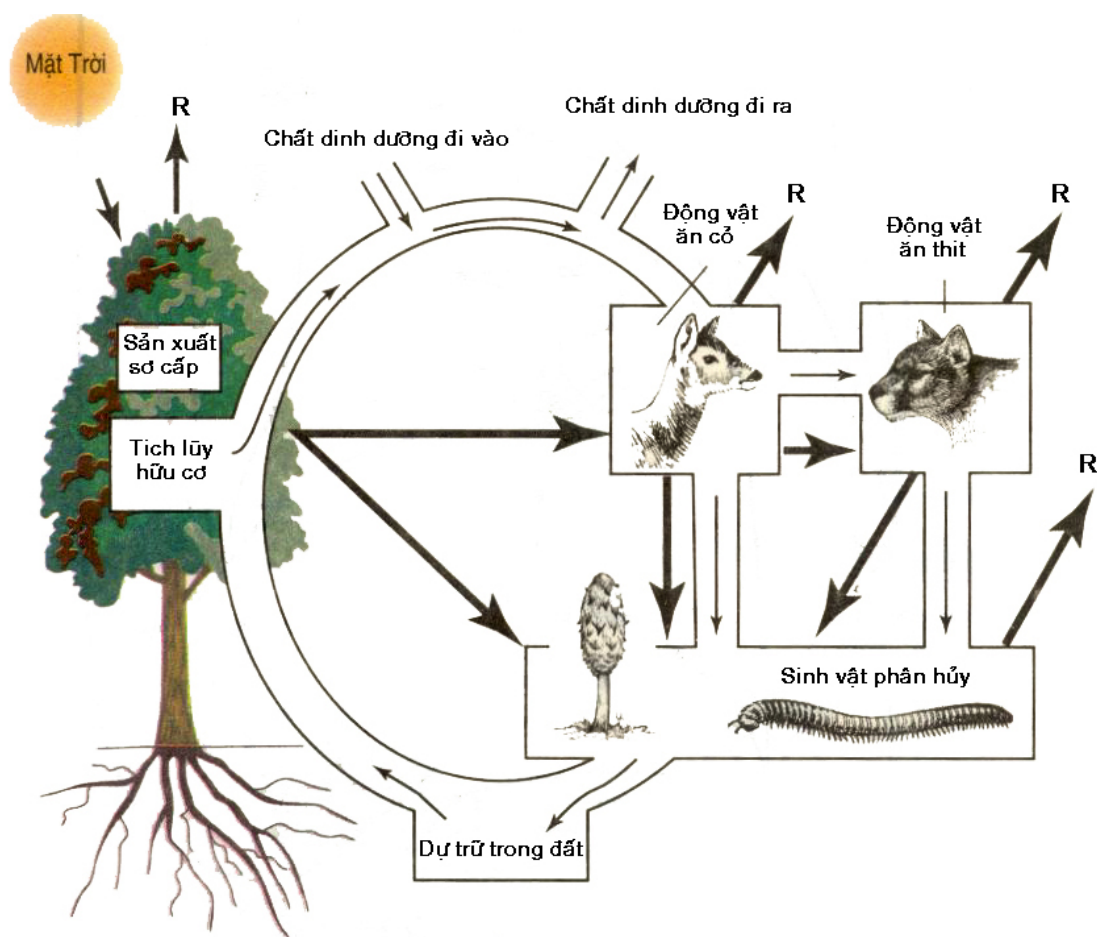
a) *Các chu trình sinh địa hoá điển hình*

Chu trình vật chất trong hệ sinh thái hoạt động tuân theo định luật bảo toàn vật chất. Trong thực tế, mỗi nguyên tử khi tham gia vào vòng tuần hoàn thường được sử dụng đi và sử dụng lại nhiều lần để xây dựng lên cơ thể động thực vật.

Các chu trình của các chất điển hình như cacbon, nitơ, photpho, lưu huỳnh v.v... đều có một thời gian tồn tại ở môi trường bên ngoài. Sau đó, chúng được thực vật hấp thu để cấu trúc lên các thành phần của tế bào, các tế bào này lại tiếp tục được vận chuyển theo chuỗi thức ăn từ sinh vật này qua các sinh vật khác và cuối cùng lại trở về môi trường.

Bởi vì các phân tử vật chất luôn tồn tại một năng lượng hóa học bên trong nên khi vật chất di chuyển, dòng năng lượng cũng được vận hành. Nói cách khác thì chu trình vật chất và dòng năng lượng là hai chức năng cơ bản luôn luôn phối hợp cùng nhau hoạt động trong một hệ sinh thái. Mối quan hệ này được Smith (1976) thể hiện trong sơ đồ sau.

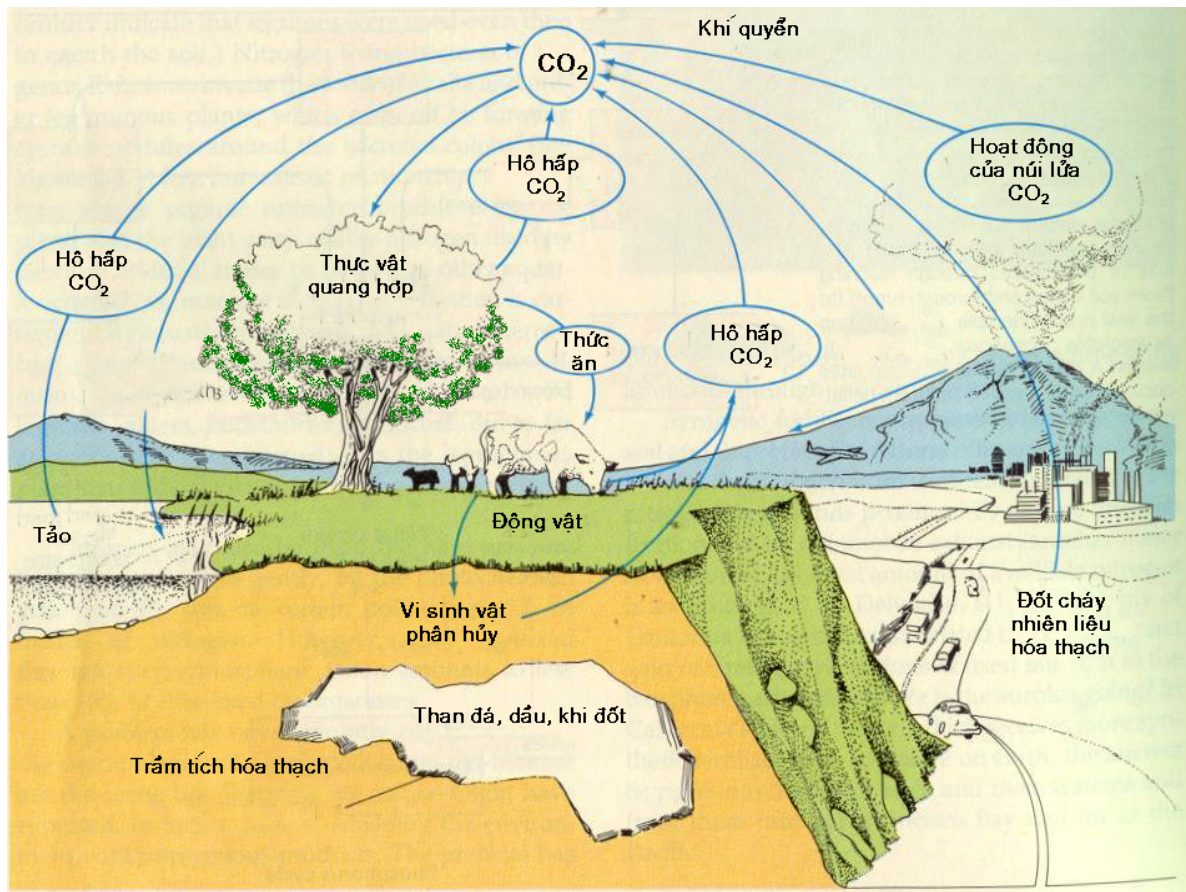
Hình 3. Quan hệ tương hỗ giữa chu trình dinh dưỡng và dòng năng lượng trong HST



Dưới đây là một số chu trình vật chất điển hình:

Chu trình cacbon:

Trong chu trình cacbon, hệ thống cacbonat của nước biển và thảm thực vật trên mặt đất là các khâu cố định cacbonic của khí quyển. Việc ôxy hoá chất mùn của đất và đốt cháy các nhiên liệu hoá thạch trong công nghiệp cũng giải phóng cacbonic vào khí quyển. Hai quá trình này ngày càng tăng do việc cày đất ngày một nhiều và công nghiệp ngày càng phát triển, người ta lo rằng việc gia tăng cacbonic trong khí quyển sẽ tạo ra hiệu ứng "nhà kính", nghĩa là cho ánh sáng đi qua nhưng làm chậm toả nhiệt của mặt đất, như vậy nhiệt độ mặt đất tăng lên sẽ làm thay đổi khí hậu trên quy mô hành tinh.



Hình 28. Sơ đồ chu trình cacbon trong tự nhiên (Wallace, 1986)

Trong không khí, trên mỗi hecta diện tích trái đất có khoảng 2,5 tấn cacbon (ở dạng CO_2). Trong một năm, một hecta diện tích cây trồng, ví dụ như cây mía, đã sử dụng hơn 18 tấn cacbon từ không khí để xây dựng lên cơ thể của mình. Nếu không có biện pháp gì để cung cấp trả lại thì các cây xanh chỉ dùng nguồn cacbonđioxit của không khí nhiều nhất là được vài thế kỷ. Vi khuẩn và tế bào động vật cũng có khả năng cố định cacbonđioxit, nhưng với mức độ ít hơn nhiều. Cacbonđioxit được trả lại khí quyển bởi sự khử cacbonxin của quá trình hô hấp tế bào. Tế bào thực vật thực hiện hô hấp liên tục. Các mô của thực vật xanh được các động vật ăn, bằng sự hô hấp tế bào, trả lại nhiều nguyên tử cacbon là CO_2 cho không khí. Quá trình hô hấp riêng biệt không cung cấp cho không khí đủ CO_2 để cân bằng với nhu cầu của quang hợp. Những nguyên tử cacbon đã tích trữ dưới dạng các hợp chất của thực vật và động vật chết. Chu trình cacbon được cân bằng là nhờ các vi khuẩn và nấm hoại sinh phân huỷ, các hợp chất cacbon của cơ thể động vật và thực vật chết rồi chuyển chúng thành CO_2 .

Khi những cơ thể thực vật nằm sâu dưới nước trong một thời gian dài và do áp suất lớn chúng biến đổi hoá học thành than bùn, về sau thành than nâu, và cuối cùng là than đá. Cũng trong một khoảng thời gian tương tự, các cơ thể của một số động vật và thực vật biến đổi để tạo thành dầu hoả. Những quá trình như vậy đã lấy đi tạm thời một số cacbon, nhưng chúng luôn luôn bị những thay đổi về địa chất và do con người thăm dò khai thác than đá, dầu mỏ lên mặt đất và đốt chúng thành CO_2 và lại đưa trả chúng về chu trình. Một phần lớn nguyên tử cacbon của quả đất biểu hiện

dưới dạng đá vôi hoặc đá hoa tức là các cacbonat. Những tảng đá này dần dần sụt lở, và theo thời gian các cacbonat đã bổ sung vào chu trình cacbon. Tuy nhiên, nhiều tảng đá khác được hình thành ở đáy biển sâu từ các trầm tích động vật và thực vật chết và khối lượng của cacbon trong chu trình cacbon ở bất kỳ thời gian nào vẫn giữ nguyên như vậy.

Chu trình Nitrơ:

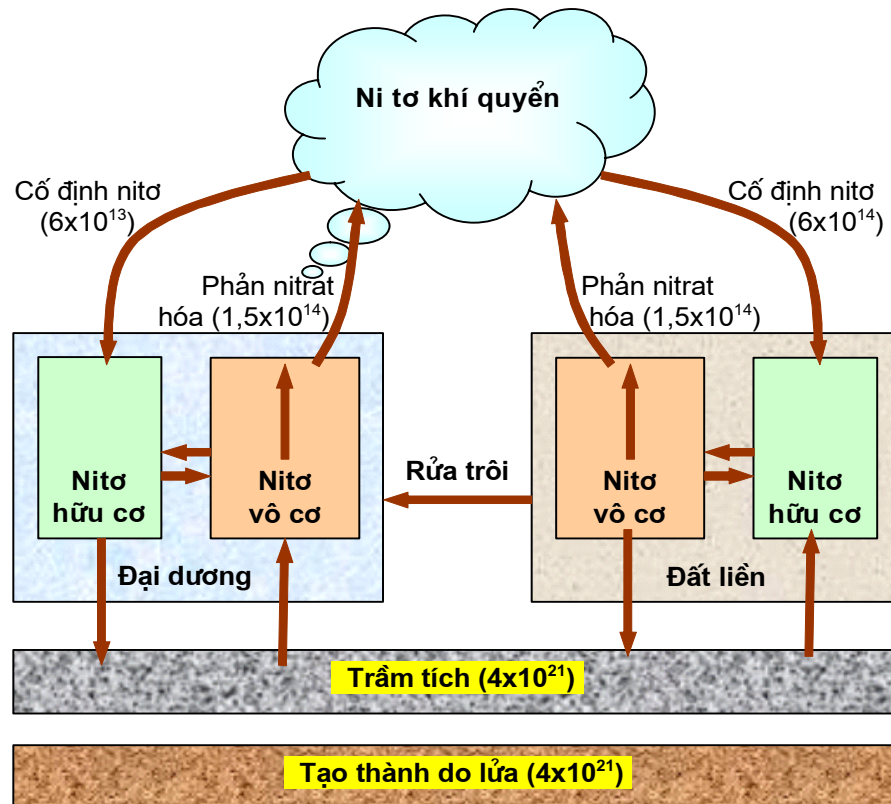
Chu trình nitrơ (đạm) là chu trình trong đó không khí là kho dự trữ đồng thời là van bảo hiểm của hệ thống. Trong quá trình trao đổi, nitrơ phân tử chuyển thành nitrơ hợp chất qua quá trình cố định đạm sinh học và cố định quang học; quá trình này gọi là quá trình nitrat hoá. Ngoài ra còn có quá trình trong đó các dạng nitrơ hợp chất bị phân huỷ để tạo thành nitrơ phân tử và được gọi là quá trình phản nitrat hóa.

Nguồn nitrơ mà thực vật dùng để tổng hợp các axit amin và protein trong cơ thể của chúng là các hợp chất nitrit tồn tại trong đất và nước. Các axit amin từ protein của cơ thể thực vật sau khi được động vật ăn vào được tái sử dụng để tổng hợp nên axit amin, protein, axit nucleic và các hợp chất nitrơ khác của động vật. Tất cả các động vật và thực vật khi chết đi, các hợp chất nitrơ trong xác của chúng bị các sinh vật hoại sinh (vi khuẩn) phân huỷ thành amoniac. Ngoài ra, ngay trong quá trình sống các động vật cũng thải ra nhiều loại chất thải chứa nitrơ như urê, axit uric và amoniac. Các chất thải có urê cũng bị vi khuẩn phân huỷ biến đổi thành amoniac. Những amoniac này được biến đổi bởi các vi khuẩn nitrit sang nitrit, và tiếp tục biến đổi thành nitrat. Một số các amoniac được biến đổi sang nitrơ không khí bởi các vi khuẩn khử nitrat. Nitrơ không khí đến lượt mình có thể được biến đổi sang axit amin và các hợp chất nitrơ hữu cơ khác bởi một số tảo và vi khuẩn đất làm thành một dạng chu trình khép kín.

Một loại vi khuẩn khác thuộc giống rhizobium mặc dù tự mình không cố định được nitrơ không khí, nhưng lại có khả năng làm được việc đó nhờ hợp tác với tế bào của rễ cây họ đậu hay một vài loài thực vật khác. Vi khuẩn xâm nhập vào rễ cây và kích thích cây đậu hình thành các nốt sần rễ. Sự hợp tác của tế bào cây họ đậu và tế bào vi khuẩn để có khả năng cố định đạm là một quá trình không thể thực hiện được một mình. Vì vậy các cây họ đậu thường được trồng để phục hồi độ phì nhiêu do loài cây trồng khác được trồng ở đó nhiều năm. Những nốt sần vi khuẩn đó có khả năng cố định được trên 150 kg nitrơ trên một héc-ta trong một năm, còn vi khuẩn đất cố định được khoảng 18 kg/ha/năm.

Nitrơ khí quyển cũng còn được cố định nhờ năng lượng điện cung cấp hoặc bằng sấm sét tự nhiên hay điện do con người làm ra. Mặc dù 4/5 khí của khí quyển là nitrơ, không có một động vật nào và chỉ có một vài thực vật mới có khả năng dùng được nitrơ phân tử. Khi các cơ thể của vi khuẩn cố định nitrơ chết, các axit amin được đồng hoá thành amoniac và sau đó được biến đổi sang nitrit nhờ các vi khuẩn nitrit và nitrat hoá.

Ngày nay, con người sử dụng một lượng đạm khá lớn trong canh tác nông nghiệp. Đây cũng là một nguồn tham gia vào trong chu trình trao đổi nitrơ. Thông qua tổng hợp đạm công nghiệp, các loại nitrat dễ tiêu (phân đạm) được tạo thành. Lượng đạm này được mang cung cấp cho cây trồng thông qua môi trường đất và nước. Quá trình chuyển đổi tiếp theo cũng giống như các chu trình tự nhiên mô tả ở trên.

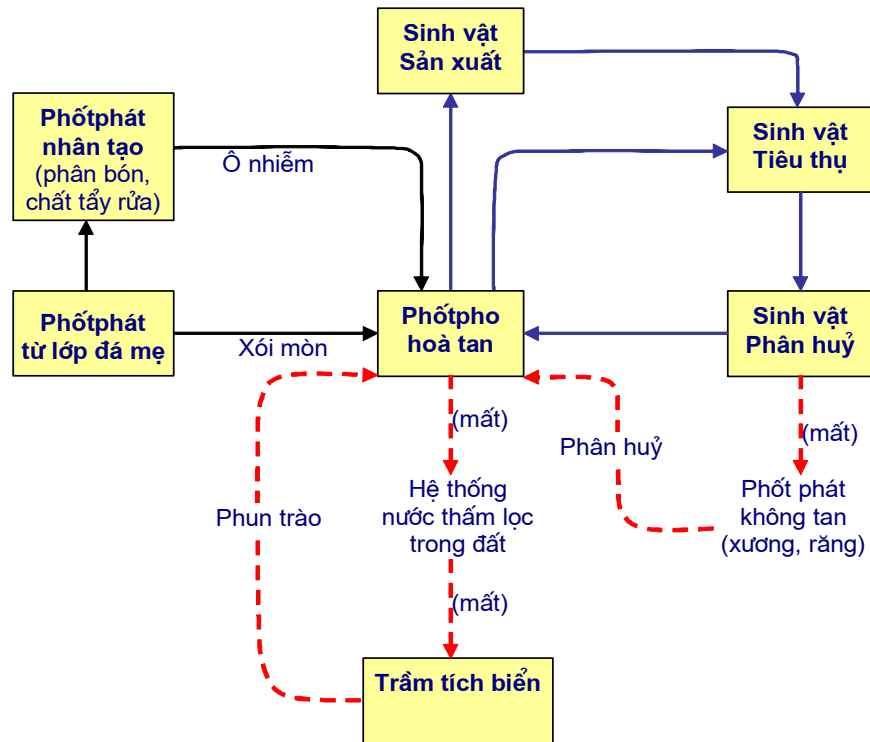


Hình 29. Sơ đồ chu trình nitơ trong tự nhiên (Blackburn, 1983)

Chu trình Phốtpho:

Chu trình sử dụng phốtpho và các nguyên tố khác cũng có đặc điểm tương tự như hai chu trình vật chất đề cập ở trên. Tuy nhiên, trong chu trình phốtpho có một vài đặc trưng riêng, đó là chúng không có giai đoạn tồn tại trong khí quyển dưới dạng khí và quan hệ của nó với đất nhiều hơn đậm. Vì vậy mà người ta gọi chu trình phốtpho (hay chu trình lân) là chu trình lắng đọng.

Ngoài sự trao đổi lân giữa các vật sống và đất, quá trình còn xảy ra do rửa trôi phốtpho chảy xuống biển làm giảm lượng lân ở lục địa. Cả động vật và thực vật sử dụng phốtphat vô cơ và biến đổi chúng sang dạng phốtphat hữu cơ với vai trò trung gian sự đồng hoá các glucit, axit nucleic và lipid. Các phốtphat ở xác chết động thực vật và các chất thải hữu cơ được mang tới các trầm tích đáy biển nhanh hơn và chúng được đưa trả lại mặt đất nhờ tác dụng của chim và cá biển. Các loài chim biển có vai trò quan trọng trong chu trình phốtpho bằng cách chất đống ở trên đất các phân thải của chúng giàu phốtphat. Con người và các động vật khác đánh bắt và ăn cá cũng lấy lại phốtpho từ biển. Mỏ được khai thác từ trầm tích đáy biển và được sử dụng lại một lần nữa nhờ những chấn động địa chất đưa lên tầng mặt hoặc thành các mỏ để có thể khai thác được.



Hình 30. Sơ đồ chu trình photpho trong tự nhiên (Wallace 1986)

b) Chu trình chất dinh dưỡng ở nhiệt đới và ôn đới

Chu trình vật chất còn chịu ảnh hưởng nhiều của điều kiện khí hậu, do đó chu trình ở nhiệt đới có những đặc điểm khác ở ôn đới. Đặc tính chu trình chất dinh dưỡng ở vùng nhiệt đới và ở các vùng ôn đới được xác định bằng hàng loạt các đặc điểm quan trọng. Trong các vùng lạnh, phần lớn chất hữu cơ và chất dinh dưỡng ở trong đất hay ở trong lớp trầm tích; trái lại ở nhiệt đới, phần lớn các chất này lại ở trong sinh khối và tuần hoàn trong giới hạn phần hữu cơ của hệ sinh thái (trao đổi trực tiếp ngay trong nội bộ sinh khối). Vì thế mà việc trồng trọt ở nhiệt đới và ôn đới là hoàn toàn không giống nhau.

Hình vẽ dưới đây so sánh sự phân bố chất hữu cơ trong rừng phía bắc và rừng nhiệt đới. Điều lý thú là cả hai hệ sinh thái đều chứa một lượng cacbon hữu cơ gần bằng nhau, nhưng trong rừng phương bắc hơn một nửa lượng này nằm trong lớp thảm mục và trong đất; còn trong rừng nhiệt đới thì hơn 3/4 lượng cacbon lại chứa trong thực bì. Sự so sánh khác về rừng nhiệt đới và rừng ôn đới còn được dẫn ra ở bảng 2.

Bảng 2. Sự phân bố đạm ở rừng ôn đới và nhiệt đới

(Nguồn: Odum 1975)

Địa điểm	Tổng số (g/m ²)	Trong cây (%)	Trong đất (%)
Rừng ôn đới (Anh)	821	6	94
Rừng nhiệt đới (Thái Lan)	211	58	42



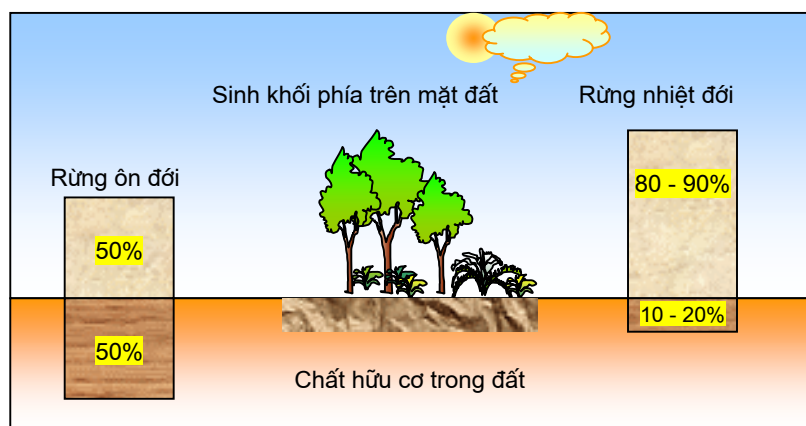
Hình 31. Sự phân phối của cacbon hữu cơ tích tụ trong các hệ sinh thái rừng ôn đới (A) và nhiệt đới (B)

Bảng 3. Tốc độ phân huỷ chất hữu cơ trong các vùng khí hậu khác nhau

Địa điểm	Nhiệt độ	Phân huỷ (năm)	
	Bình quân (°C)	Một nửa	Hoàn toàn
Rừng mưa nhiệt đới	27,2	2,8	11,9
Rừng thường xanh ôn đới	13,7	13,9	60,3
Rừng cận giá lạnh	5,6	35,9	155,3

Trong rừng nhiệt đới hơn 58% nitơ tổng số nằm trong sinh khối, 44% nằm ở phần trên mặt đất; trong rừng thông ở nước Anh các đại lượng tương ứng là 6 và 3%.

Vi vậy, khi rừng ôn đới bị khai phá, trong đất vẫn còn giữ lại một lượng chất dinh dưỡng khá lớn, cấu trúc của đất cũng được duy trì; và trên loại đất này trong vòng nhiều năm với phương pháp canh tác bình thường, có thể thu hoạch một hoặc vài lần trong năm khi tiến hành cày cấy gieo trồng các loại cây một năm và bón phân vô cơ. Vào mùa đông do nhiệt độ thấp đã tạo khả năng gìn giữ các chất dinh dưỡng trong đất và tiêu diệt phần nào các sinh vật có hại và các vật kí sinh. Ngược lại, trong các vùng nhiệt đới ẩm ướt, phá rừng tức là tước bỏ của đất khả năng giữ các chất hữu cơ, lượng chất dinh dưỡng bị lấy đi nhiều hơn (và việc phòng chống các sinh vật gây hại). Đất không có khả năng giữ và quay vòng các chất dinh dưỡng vì ở đây có nhiệt độ cao quanh năm và mưa rào định kì theo mùa lặp đi lặp lại. Năng suất cây trồng thường giảm đi rất nhanh và đất bị bỏ hoang sau vài năm sử dụng.



Hình 32. Sự phân phối của dinh dưỡng ở vùng ôn đới và nhiệt đới

Như vậy ở phương bắc, chu trình của các chất có tính vật lí hơn, còn ở nhiệt đới thì mang tính sinh vật hơn. Tất nhiên trong kết luận này đã đơn giản hoá một hiện tượng phức tạp, song chính bằng sự tương phản này đã giải thích đầy đủ theo quan điểm sinh thái học là đất nhiệt đới và cận nhiệt đới với các loại rừng giàu có của chúng, nếu tiến hành trồng trọt theo "kiểu phương bắc" thì sẽ cho năng suất thấp.

Nghiên cứu một hệ thống điều khiển kinh tế nông lâm nghiệp trong vùng khí hậu ẩm áp chắc phải dựa vào kết quả nghiên cứu hệ sinh thái tự nhiên, mà trong đó bằng con đường tiến hoá, các cơ chế đã phát triển nhằm duy trì chu trình bình thường của các chất dinh dưỡng. Hai kiểu hệ sinh thái có năng suất cao như vậy là đảo san hô và rừng mưa nhiệt đới. Các nghiên cứu đã cho thấy, trong cả hai hệ sinh thái đó, chìa khoá của kết quả có thể là sự cộng sinh chặt chẽ giữa các sinh vật tự dưỡng và sinh vật dị dưỡng với các cơ chế bảo vệ chất dinh dưỡng.

Nhìn chung tất cả các chu trình trao đổi chất, ta thấy có năm đường vòng sau:

- Do vi sinh vật phân giải chất hữu cơ;
- Do gia súc ăn cây cỏ và bài tiết;
- Do vi sinh vật cộng sinh: nốt sần, nấm rễ;
- Do năng lượng của mặt trời hay các nguồn khác;
- Do năng lượng của con người: sản xuất phân bón, kim loại, quay vòng nước.

Ở các hệ sinh thái khác nhau có thể có trường hợp lúc một đường quay vòng nào đó là chủ yếu thì các đường khác là phụ và ngược lại.

4. SỰ TỰ ĐIỀU CHỈNH CÂN BẰNG CỦA CÁC HỆ SINH THÁI

Các hệ sinh thái tự nhiên đều có khả năng tự điều chỉnh riêng. Nói theo nghĩa rộng thì đó là khả năng tự lập lại cân bằng, cân bằng giữa các quần thể trong hệ sinh thái (vật ăn thịt - vật mồi, vật ký sinh - vật chủ), cân bằng các vòng tuần hoàn vật chất và dòng năng lượng giữa các thành phần của hệ sinh thái. Sự cân bằng này cũng có nghĩa là sự cân bằng giữa các vật sản xuất, vật tiêu thụ và vật phân huỷ. Sự cân bằng này còn được gọi là cân bằng sinh thái. Nhờ có sự điều chỉnh này mà các hệ sinh thái tự nhiên giữ được sự ổn định mỗi khi chịu tác động của các nhân tố ngoại cảnh.

Sự tự điều chỉnh của hệ sinh thái có giới hạn nhất định, nếu sự thay đổi vượt quá giới hạn này, hệ sinh thái mất khả năng tự điều chỉnh và hậu quả là chúng bị phá huỷ.

Cũng lưu ý ở đây là con người không phải lúc nào cũng muốn các hệ sinh thái có khả năng tự điều chỉnh. Ví dụ nền nông nghiệp thâm canh dựa vào sản xuất dư thừa chất hữu cơ để cung cấp lương thực và thực phẩm cho con người. Các hệ sinh thái này là các hệ sinh thái mất khả năng tự điều chỉnh vì nó hoạt động theo mục đích con người là sử dụng hữu hiệu phân dư thừa đó.

Ngày nay nhiều nước ở vùng nhiệt đới đã phá đi hàng loạt rừng mưa để phát triển nông nghiệp. Trên thực tế, sự phá huỷ này không những đã phá đi những hệ sinh thái giàu có và giá trị cao không phải dễ dàng mà có được để thu về sản phẩm do sản xuất nông nghiệp tạo ra. Do tầng đất mỏng, cường độ trao đổi chất của các rừng nhiệt đới cao nên thường đem lại sự nghèo nàn trong sản xuất nông nghiệp. Hơn nữa một khi rừng bị phá huỷ là kéo theo xói mòn, hạn hán và lũ lụt.

Một ví dụ khác, trường hợp chất hữu cơ do chất thải sinh hoạt của các khu dân cư vào các hệ sinh thái ở nước. Các chất dinh dưỡng này đã làm cho các loại tảo (vật sản xuất) phát triển cao độ (gọi là *nở hoa*). Vật sản xuất do phát triển quá nhiều mà không được các vật tiêu thụ sử dụng kịp, một khi chúng chết đi, chúng bị phân huỷ và giải phóng ra các chất độc. Đồng thời quá trình này lại gây ra hiện tượng O_2 trong nước giảm xuống quá thấp và có thể làm chết cá. Đây là trường hợp ô nhiễm hữu cơ vực nước. Sự mất cân bằng trong hệ sinh thái lúc đầu thường xảy ra cho vài thành phần, sau lan ra các thành phần khác và có thể đi từ hệ sinh thái này mở rộng sang hệ sinh thái khác.

Sự tự điều chỉnh của các hệ sinh thái là kết quả của sự tự điều chỉnh của từng cơ thể, của từng quần thể, của quần xã mỗi khi có một nhân tố sinh thái thay đổi. Người ta thường chia các nhân tố sinh thái ra làm hai nhóm: nhân tố sinh thái giới hạn và nhân tố sinh thái không có giới hạn. Nhiệt độ, nồng độ muối, thức ăn... là những nhân tố sinh thái 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 cơ thể, hay là của cả quần thể; ngoài giới hạn ấy, cơ thể hay quần thể không tồn tại được. Giới hạn này còn được gọi là giới hạn sinh thái hay giới hạn cho phép của cơ thể, của quần thể. Ánh sáng, địa hình không được coi là nhân tố sinh thái giới hạn đối với động vật.

Như vậy, mỗi cơ thể, mỗi quần thể có một giới hạn sinh thái nhất định đối với từng nhân tố sinh thái, giới hạn này phụ thuộc vào vị trí tiến hoá (còn gọi là khả năng thích nghi) của cơ thể, của quần thể và cũng phụ thuộc vào các nhân tố sinh thái khác.

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



Tóm tắt

- Hệ sinh thái là một hệ thống nhất gồm có quần xã sinh vật và môi trường vô sinh xung quanh tác động qua lại với nhau để duy trì vòng tuần hoàn vật chất và chuyển hoá năng lượng.
- Cấu trúc của hệ sinh thái gồm 4 thành phần cơ bản là Sinh vật sản xuất (P), Sinh vật tiêu thụ (C), Sinh vật phân huỷ (D) và môi trường (E). Giữa các thành phần này luôn luôn xảy ra quá trình trao đổi vật chất và năng lượng.
- Dòng năng lượng vận chuyển trong hệ sinh thái có nguồn gốc chủ yếu từ năng lượng mặt trời. Nguồn năng lượng này chỉ có một phần nhỏ, khoảng 1 - 5% được nhóm sinh vật sản xuất hấp thụ để tổng hợp lên sinh khối, phần còn lại bị thất thoát dưới dạng nhiệt hoặc bị phản xạ vào khí quyển. Năng lượng từ sinh khối sinh vật sản xuất sau đó được chuyển cho các nhóm động vật tiêu thụ. Khi các sinh vật bị chết đi, năng lượng lại một lần nữa được nhóm phân huỷ hấp thụ thông qua việc phân giải xác chết của chúng. Khi chuyển từ bậc dinh dưỡng này sang bậc khác, năng lượng liên tục bị giảm đi, chỉ khoảng 10 - 20% được sử dụng. Các nguồn thất thoát năng lượng giữa các bậc dinh dưỡng gồm có: năng lượng mất do hô hấp, do đồng hoá thức ăn và năng lượng còn tồn tại trong sinh khối không được sử dụng.
- Chu trình vật chất là chức năng hoạt động quan trọng thứ hai của hệ sinh thái. Khác với dòng năng lượng, chu trình vật chất hoạt động có tính tuần hoàn tuân theo định luật bảo toàn vật chất tạo thành chu trình sinh địa hoá. Vật chất tồn tại trong môi trường vô sinh được nhóm sinh vật sản xuất sử dụng kết hợp với nguồn năng lượng hấp thụ từ ánh sáng mặt trời để tạo nên cơ thể của chúng. Sau đó vật chất tiếp tục được chu chuyển giữa các bậc dinh dưỡng, từ nhóm sản xuất qua nhóm tiêu thụ rồi đến nhóm phân huỷ. Sau khi các sinh vật chết đi, vật chất lại trả lại hoàn toàn cho môi trường bên ngoài và đó chính là chu trình sinh địa hoá.
- Hệ sinh thái là một hệ thống sống có khả năng tự điều chỉnh. Đó chính là khả năng tự lập lại cân bằng giữa các quần thể sinh vật sống cùng nhau như vật ăn thịt - con mồi v.v... và đó chính là cơ sở tạo lên cân bằng sinh thái. Tuy nhiên, khả năng tự lập lại cân bằng của hệ sinh thái là có giới hạn. Con người đôi khi vì muốn thu lợi nhuận kinh tế cao đã làm cản trở khả năng tự điều chỉnh của hệ sinh thái, dẫn tới mất cân bằng sinh thái, gây suy thoái tài nguyên và ô nhiễm môi trường. Muốn quản lý tốt các hệ sinh thái thì nguyên lý cơ bản cần tuân thủ đó là giữ cho các hệ sinh thái này không nằm ngoài khả năng tự điều chỉnh của nó.

Câu hỏi ôn tập

1. Hệ sinh thái là gì?
2. Phân tích cấu trúc của một hệ sinh thái điển hình?
3. Mô tả dòng vận chuyển năng lượng trong một hệ sinh thái điển hình?
4. Mô tả chu trình vật chất của một hệ sinh thái điển hình?
5. Có mấy loại chu trình vật chất trong tự nhiên? Phân biệt sự khác nhau giữa chu trình vật chất ở vùng nhiệt đới và ở vùng ôn đới?
6. Tại sao hệ sinh thái có khả năng tự điều chỉnh và khả năng tự điều chỉnh lại chỉ có một giới hạn nhất định?

TÀI LIỆU ĐỌC THÊM

Cao Liêm -Trần Đức Viên, 1990

Sinh thái học nông nghiệp và Bảo vệ môi trường (2 tập). Nhà xuất bản Đại học và Giáo dục chuyên nghiệp. Hà Nội.

Trần Đức Viên, Phạm Văn Phê, 1998.

Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

Eugene P. Odum, 1983.

Basic ecology. Saunders College Publishing House.

Robert A. Wallace, Jack L. King, Gerald P. Sanders, 1986.

Biology the Science of Life. Scott, Foresman and Company.

CHƯƠNG NĂM

HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

Nội dung

Hệ sinh thái nông nghiệp (HSTNN) là hệ sinh thái do con người tạo ra và duy trì trên cơ sở các quy luật khách quan của tự nhiên, vì mục đích thoả mãn nhu cầu nhiều mặt và ngày càng tăng của mình. HSTNN là một hệ sinh thái nhân tạo điển hình, chịu sự điều khiển trực tiếp của con người. Với thành phần tương đối đơn giản, đồng nhất về cấu trúc, HSTNN kém bền vững, dễ bị phá vỡ; hay nói cách khác, nó là những hệ sinh thái không khép kín trong chu chuyển vật chất, chưa cân bằng. Bởi vậy, các HSTNN được duy trì trong sự tác động thường xuyên của con người để bảo vệ hệ sinh thái mà con người đã tạo ra và cho là hợp lý. Nếu không, qua diễn thế sinh thái, nó sẽ quay về trạng thái hợp lý trong tự nhiên.



Các nội dung sau sẽ được đề cập trong chương 5:

- ✿ Khái niệm về hệ sinh thái nông nghiệp
- ✿ Đặc điểm và những hoạt động cơ bản của hệ sinh thái nông nghiệp
- ✿ Các tính chất của hệ sinh thái nông nghiệp
- ✿ Mối quan hệ giữa hệ sinh thái nông nghiệp và hệ thống xã hội

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần:

- Nắm được khái niệm thế nào là hệ sinh thái nông nghiệp
- Phân tích được cấu trúc và thành phần của hệ sinh thái nông nghiệp
- Phân tích được nguyên lý hoạt động của một hệ sinh thái nông nghiệp điển hình
- Mô tả được mối quan hệ giữa hệ sinh thái nông nghiệp và hệ thống xã hội.

1. KHÁI NIỆM VỀ HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

1.1. Đặt vấn đề

Từ những năm 40, do sự xâm nhập của sinh thái học vào các chuyên ngành khác nhau, đã hình thành những chuyên ngành khoa học mới như sinh thái - di

truyền, sinh thái - sinh lý, sinh thái - giải phẫu, sinh thái học nhân chủng, v.v... và sinh thái học nông nghiệp.

Trong những năm gần đây, trên thế giới cũng như trong nước, người ta nói nhiều đến sinh thái nông nghiệp, đến sự cần thiết phải xây dựng một nền nông nghiệp sinh thái. Thực tế đã cho thấy, khó có thể giải quyết được các vấn đề do nông nghiệp đặt ra nếu chỉ dựa vào kiến thức các môn khoa học riêng rẽ. Sản xuất nông nghiệp là tổng hợp và toàn diện, cần phải đặt cây trồng và vật nuôi là các đối tượng của nông nghiệp trong các mối quan hệ giữa chúng với môi sinh và giữa chúng với nhau.

Khoa học nông nghiệp - cũng như các ngành khoa học khác - ngày càng phát triển và đi sâu đến mức người ta cảm thấy giữa các bộ môn hầu như không có sự liên quan gì với nhau nữa. Khuynh hướng của phát triển khoa học là càng đi sâu càng có sự phân hoá ngày càng chi tiết. Với sinh vật, khi tách ra khỏi hệ thống thì nó không còn ý nghĩa nữa, nó không còn là nó nữa, bởi vì trong thực tế chúng đều gắn bó hữu cơ với nhau. Đã đến lúc người ta thấy phải có môn học để tổng hợp các môn khoa học khác lại. Đồng thời cần phải nghiên cứu một cách tổng hợp, đặt cây trồng và vật nuôi là các đối tượng của nông nghiệp trong các mối quan hệ giữa chúng với nhau và giữa chúng với môi sinh, tức là trong các hệ sinh thái nông nghiệp.

Sự phát triển của nông nghiệp hiện đại đặt ra nhiều vấn đề cần phải giải quyết. Các hệ sinh thái nông nghiệp là các hệ sinh thái chịu tác động của con người nhiều nhất và có năng suất kinh tế cao nhất. Dần dần con người đã nhận ra rằng khuynh hướng tăng việc đầu tư, thực chất là đầu tư năng lượng hoá thạch để thay thế dần các nguồn lợi tự nhiên một cách quá mức là không hợp lý. Sự đầu tư ấy còn dẫn đến tình trạng phá hoại môi trường sống. Do vậy, cần phải phát triển một nền nông nghiệp trên cơ sở đầu tư trí tuệ để điều khiển các hệ sinh thái nông nghiệp cho năng suất cao và ổn định, với sự chi phí ít nhất các biện pháp đầu tư năng lượng hoá thạch, nghĩa là cần phải phát triển một nền nông nghiệp dựa nhiều hơn vào việc khai thác hợp lý các nguồn lợi tự nhiên. Phản ứng của tự nhiên đã buộc con người đã đến lúc phải để ý tới năng suất sinh thái và ngưỡng sinh thái, đồng thời với năng suất kinh tế và ngưỡng kinh tế trong sản xuất.

Yêu cầu của việc phát triển nông nghiệp đặt vấn đề phải phấn đấu để tăng năng suất cây trồng và vật nuôi hơn nữa. Ruộng cây trồng năng suất cao là một hệ sinh thái hài hoà, đạt tới sự cân bằng các yếu tố cấu thành nó. Thực chất của kỹ thuật tăng năng suất cây trồng là kỹ thuật điều khiển sự hoạt động của hệ sinh thái nông nghiệp năng suất cao trong quá trình tồn tại và phát triển của nó. Tất cả những vấn đề trên là những yêu cầu cơ bản của việc xây dựng một nền nông nghiệp sinh thái, và những vấn đề ấy chỉ có thể giải quyết được trên cơ sở các quy luật khách quan của sinh thái học nông nghiệp - một môn khoa học tổng hợp, coi sản xuất nông nghiệp là một hệ thống đang vận động không ngừng và luôn luôn tự đổi mới: Hệ sinh thái nông nghiệp.

Mặt khác, trên thế giới lý thuyết "hệ thống" cũng bắt đầu xâm nhập rộng rãi vào tất cả các ngành khoa học. Đối tượng của sinh thái học nông nghiệp là các hệ thống (các hệ sinh thái nông nghiệp). Vì vậy thực chất nội dung nghiên cứu của môn học này là áp dụng lý thuyết hệ thống và các công cụ của nó như điều khiển học, mô hình toán học, thống kê nhiều chiều và chương trình hoá máy tính cùng với các quy luật sinh thái học vào việc nghiên cứu các hệ sinh thái nông nghiệp.

Vì thế, sinh thái học nông nghiệp đã ra đời và việc bồi dưỡng, nâng cao những kiến thức về hệ thống tổng hợp là hết sức cần thiết.

Sinh thái học nông nghiệp là một khoa tổng hợp, nó khảo sát và ứng dụng các qui luật hoạt động của các hệ sinh thái nông nghiệp; hay nói khác đi: sinh thái học nông nghiệp là khoa học về sự sống ở những bộ phận của cảnh quan dùng để canh tác và chăn nuôi.

Hiện nay đang đặt ra một số vấn đề tổng hợp cần được giải quyết mới có thể phát triển nông nghiệp một cách nhanh chóng và vững chắc như phân vùng sản xuất nông nghiệp, xác định hệ thống cây trồng và vật nuôi một cách hợp lý, chế độ canh tác cho các vùng sinh thái khác nhau, phát triển nông nghiệp trong điều kiện năng lượng ngày càng đắt, phòng chống tổng hợp sâu bệnh... Để giải quyết được các vấn đề nêu trên một cách có cơ sở khoa học cần phải đẩy mạnh việc nghiên cứu sinh thái nông nghiệp.

1.2. Quan niệm về hệ sinh thái nông nghiệp

Sinh thái học nông nghiệp là một ngành khoa học trong đó các nguyên lý sinh thái được áp dụng triệt để trong công tác nghiên cứu, thiết kế, quản lý và đánh giá các hệ thống nông nghiệp với mục đích tạo ra nhiều sản phẩm nhưng vẫn thực hiện được chức năng bảo tồn tài nguyên. Đối tượng chính của sinh thái học nông nghiệp là nghiên cứu về mối tương tác giữa các yếu tố tự nhiên và kinh tế xã hội của các hệ thống sản xuất nông nghiệp. Trong đó, hệ thống trang trại được xem như một đơn vị cơ sở cho các nghiên cứu về chu trình vật chất, chuyển hoá năng lượng, quá trình sinh học và các mối quan hệ kinh tế xã hội. Tất cả các các yếu tố kể trên được phân tích một cách tổng thể và toàn diện theo hướng đa ngành.

Mục tiêu chính của sinh thái học nông nghiệp là tìm cách duy trì quá trình sản xuất nông nghiệp với mức năng suất ổn định và có hiệu quả cao bằng cách tối ưu hoá đầu vào của sản xuất (như giống, phân bón, sức lao động v.v.) trong khi đó hạn chế ở mức tối thiểu những tác động tiêu cực đến môi trường và hoạt động kinh tế xã hội.

Theo quan niệm của sinh thái học hiện đại, toàn bộ hành tinh của chúng ta là một hệ sinh thái khổng lồ và được gọi là sinh quyển (*biosphere*). Sinh quyển được chia ra làm nhiều đơn vị cơ bản, đó là những diện tích mặt đất hay mặt nước tương đối đồng nhất, gồm các vật sống và các môi trường sống, có sự trao đổi chất và năng lượng với nhau, chúng được gọi là hệ sinh thái (*ecosystem*). Ngoài những hệ sinh thái không có hoặc có rất ít sự can thiệp của con người - đó là hệ sinh thái tự nhiên, còn có những hệ sinh thái do con người bằng sức lao động tạo ra và chịu sự điều khiển của con người, điển hình như các ruộng cây trồng và đồng cỏ; đó chính là các hệ sinh thái nông nghiệp.

Hệ sinh thái nông nghiệp là hệ sinh thái do con người tạo ra và duy trì dựa trên các quy luật khách quan của tự nhiên, với mục đích thoả mãn nhu cầu trên nhiều mặt và ngày càng tăng của mình. Hệ sinh thái nông nghiệp là một hệ sinh thái tương đối đơn giản về thành phần và đồng nhất về cấu trúc, cho nên nó kém bền vững, dễ bị phá vỡ; hay nói cách khác, hệ sinh thái nông nghiệp là những hệ sinh thái chưa cân bằng. Bởi vậy, các HSTNN được duy trì trong sự tác động thường xuyên của con người để bảo vệ hệ sinh thái mà con người đã tạo ra và cho là hợp lý. Nếu không, qua diễn thế tự nhiên, nó sẽ quay về trạng thái hợp lý của nó trong tự nhiên.

Như vậy, hệ sinh thái nông nghiệp cũng sẽ có các thành phần điển hình của một hệ sinh thái như sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ, sinh vật phân huỷ và môi trường vô sinh. Tuy nhiên, với mục đích hàng đầu là tạo ra năng suất kinh tế nên đối tượng chính của hệ sinh thái nông là các thành phần cây trồng và vật nuôi.

Trong thực tế sản xuất, dựa vào tri thức và vốn đầu tư, con người giữ hệ sinh thái nông nghiệp ở mức phù hợp để có thể thu được năng suất cao nhất trong điều kiện cụ thể. Con người càng tác động đẩy hệ sinh thái nông nghiệp đến tiếp cận với hệ sinh thái có năng suất kinh tế cao nhất thì lực kéo về mức độ hợp lý của nó trong tự nhiên ngày càng mạnh, năng lượng và vật chất con người dùng để tác động vào hệ sinh thái càng lớn, hiệu quả đầu tư càng thấp.

1.3. Quan niệm hệ thống trong sinh thái học nông nghiệp

Bản chất của một hệ sinh thái nông nghiệp là một hệ thống sống, bao gồm các thành phần cây trồng vật nuôi có quan hệ tương tác nhân quả với nhau. Bất kỳ một sự thay đổi từ một thành phần nào đó đều dẫn tới sự thay đổi ở các thành phần khác. Ví dụ, khi thay đổi cây trồng sẽ dẫn tới thay đổi các sinh vật ký sinh sống theo cây trồng này và dẫn tới thay đổi ở đất canh tác (có thể do xói mòn hoặc do chế độ canh tác) và cuối cùng lại ảnh hưởng ngược lại cây trồng. Vì vậy, khi nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp cần đặt nó trong những nguyên lý hoạt động của hệ thống.

Trong hệ sinh thái nông nghiệp, mọi sự thay đổi không chỉ có một hậu quả mà có nhiều hậu quả, và mỗi hậu quả lại sinh ra một sự điều chỉnh trong hệ thống, và sự thay đổi này tạo ra sự chuyển động trong cả hệ thống. Các mục đích của con người nhằm làm tăng sản lượng cây trồng vật nuôi, làm cho nó giống với những gì ta mong muốn, tất cả những cái đó đều có thể dẫn tới những hậu quả tiêu cực đối với môi trường. Mỗi quan hệ nhân quả trong hệ sinh thái thường vận động theo những vòng tròn phức tạp, chứ không theo đường thẳng đơn giản. Không ít trường hợp, mục đích của chúng ta không phù hợp với logic của hệ thống đã dẫn đến tác hại nghiêm trọng không lường trước được. Một ví dụ điển hình có thể chỉ ra cho trường hợp dùng thuốc trừ sâu DDT để bảo vệ mùa màng.

Người ta khuyến khích nông dân dùng thuốc trừ sâu để kiểm chế sâu bọ. Mục tiêu của chương trình này là có được những vụ mùa bội thu. Logic của con người là: sâu hại cướp mất một phần hoa lợi, tước mất một phần mồ hôi nước mắt mà họ đã đổ ra trên đồng ruộng. Thuốc DDT diệt sâu bọ rất nhanh. Điều đó ban đầu tưởng rằng rất có lợi cho người nông dân và cho mọi người. Đây là ví dụ tiêu biểu cho lối tư duy đường thẳng.

Nhưng những hệ thống tự nhiên không thao tác đơn giản như vậy. Việc phun thuốc làm giảm sâu hại, điều này nằm trong chủ đích của con người. Nhưng việc phun thuốc cũng làm giảm số lượng quần thể của nhiều loài khác sống cùng. Trong số những loài này, chim bị thiệt hại nặng nề hơn cả: chim ăn sâu bọ, có nghĩa là ăn luôn cả thuốc DDT ngấm vào những con sâu bị phun thuốc.

Hệ sinh thái nông nghiệp đã trải qua một quá trình phát triển lịch sử, và tạo lập được một sự cân bằng giữa quần thể chim và quần thể sâu bọ, việc phun thuốc DDT đã phá vỡ cân bằng này, điều này hoàn toàn nằm ngoài chủ đích của người xây dựng chương trình phòng trừ dịch hại. Người lập chương trình chỉ nghĩ đến sâu hại và mùa màng. Họ quên mất sự tồn tại của các loài chim, họ cũng không nghĩ đến các nguyên lý của hệ thống sinh học.

Ban đầu cả quần thể sâu hại và quần thể chim đều giảm sút. Thông qua quá trình chọn lọc tự nhiên, sâu hại có sức đề kháng với thuốc nhanh hơn chim. Những quần thể sâu bọ tăng trưởng rất nhanh và lúc này quần thể chim do nhỏ hơn nhiều nên không đủ sức để kiểm soát sự tăng trưởng của quần thể sâu bọ. Quần thể sâu bọ bao gồm những loài ban đầu được giả định là sẽ bị giảm sút, ngày càng trở nên lớn hơn so với trước đây. Thuốc DDT dẫn tới hậu quả là làm tăng thêm số lượng quần thể của loài mà người ta muốn chúng phải giảm sút.

Vấn đề trở nên phức tạp hơn rất nhiều so với người ta tưởng. Thu hoạch mùa màng không tăng lên, ở nhiều nơi còn có nguy cơ giảm sút. Người nông dân buộc phải dùng nhiều thuốc trừ sâu hơn. Hệ thống trở nên “nghiện” thuốc trừ sâu. Chúng ta có thể xem điều này như là một dòng phản hồi tích cực.

Như lý thuyết hệ thống (và lý thuyết sinh thái học) cho thấy, nguyên nhân ban đầu (phun thuốc) không chỉ có một hậu quả. Việc tăng cường dùng thuốc còn gây ra những hậu quả xã hội tai hại (chi phí y tế tăng nhanh, con người mắc nhiều bệnh hiểm nghèo hơn...). Đây cũng là ví dụ của việc sử dụng ngôn ngữ của quan hệ nhân quả theo đường thẳng để tư duy về những hệ thống phức hợp, trong đó chẳng chịt những mối quan hệ và những mối tương tác nhiều chiều.

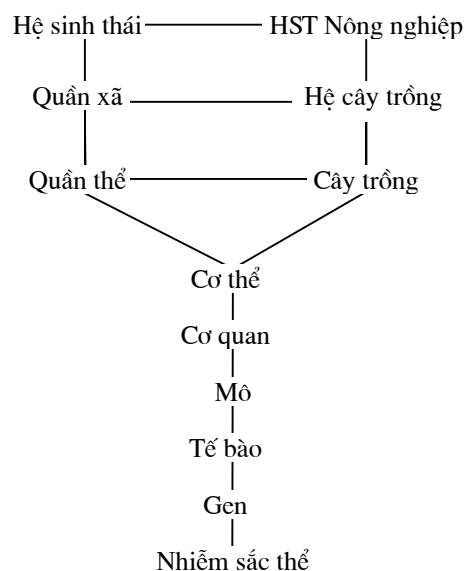
Với các đặc tính quan hệ phức tạp giữa các thành phần của một hệ sinh thái nông nghiệp như đề cập ở trên, việc xem xét nó dưới góc độ tổng hợp, đặt chúng trong một hệ thống là hết sức cần thiết. Đặc biệt khi điều khiển hệ sinh thái nông nghiệp để tạo ra năng suất, chúng ta phải đặt nó trong mối tương tác với tất cả các thành phần khác trong hệ thống chứ không thể đơn thuần chỉ tác động vào cây trồng hay vật nuôi một cách đơn lẻ.

2. ĐẶC ĐIỂM VÀ NHỮNG HOẠT ĐỘNG CƠ BẢN CỦA HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

2.1. Tổ chức thứ bậc của hệ sinh thái nông nghiệp

Hệ thống sống là hệ thống có thứ bậc, bắt đầu từ những đơn vị nhỏ nhất của nhiễm sắc thể đến các mức độ tổ chức cao hơn như tế bào, mô, cá thể v.v... và cuối cùng là hệ sinh thái ở đỉnh cao của hệ. Trong HSTNN, mối liên hệ thứ bậc có thể kéo dài từ cây trồng ở mức quần thể, qua hệ canh tác ở mức quần xã đến HSTNN ở mức cao nhất. Thứ bậc tổ chức của hệ sinh thái nông nghiệp và hệ sinh thái tự nhiên được mô tả như trong hình bên.

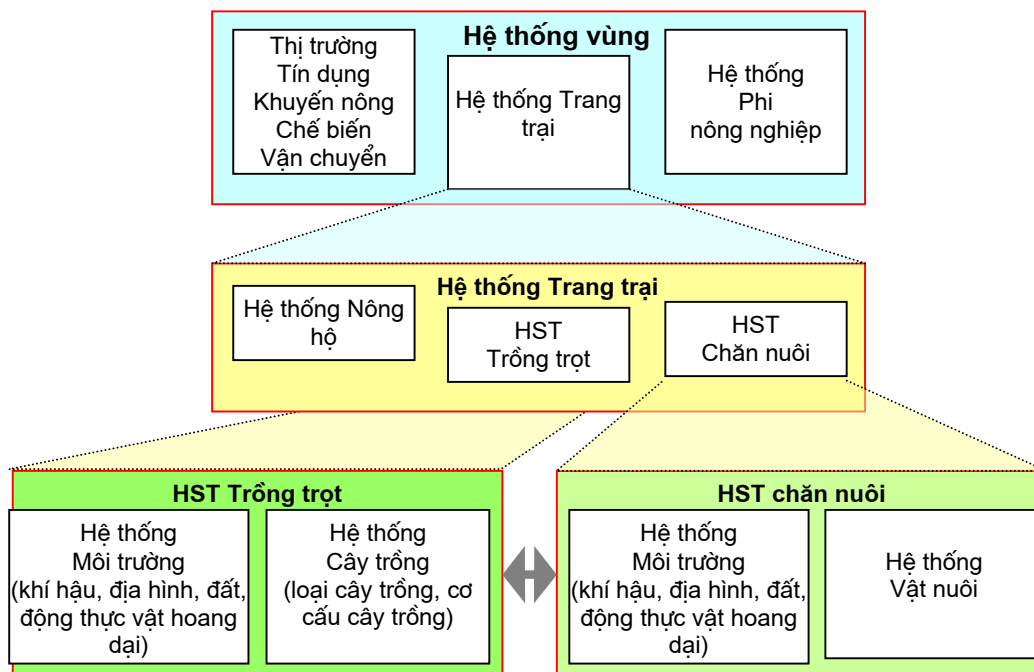
Các hệ sinh thái nông nghiệp là thành phần của các hệ hệ thống nông nghiệp phức tạp và trừu tượng hơn. Công việc phân tích hệ thống nông nghiệp sẽ rất dễ dàng khi chúng được xem xét như một hệ thống có thứ bậc với các hệ thống phụ bên trong.



Hình 33. Tổ chức thứ bậc của HSTNN và HSTTN

Sơ đồ dưới đây là một ví dụ cụ thể về hệ thống thứ bậc. Sơ đồ này gồm có hệ thống vùng, hệ thống trang trại và hệ thống phụ trồng trọt và chăn nuôi. Mỗi hệ thống ở mức độ thấp là thành phần của hệ thống cao hơn. Hệ thống nông nghiệp được đặt ở mức

thấp nhất. Chúng là bộ phận cấu thành và nhận đầu vào từ hệ thống trang trại. Hệ thống trang trại nhìn chung là hệ thống gồm nhiều hệ sinh thái nông nghiệp.



Hình 14. Sơ đồ hệ thống tư duy đặc của hệ thống nông nghiệp (nguồn: Fresco, 1986)

Bản thân hệ sinh thái nông nghiệp cũng có tổ chức bên trong của nó. Hệ sinh thái nông nghiệp thường được chia ra thành các hệ sinh thái phụ sau:

- Đồng ruộng cây hàng năm
- Vườn cây lâu năm hay rừng nông nghiệp
- Đồng cỏ chăn nuôi
- Ao cá
- Khu vực dân cư.

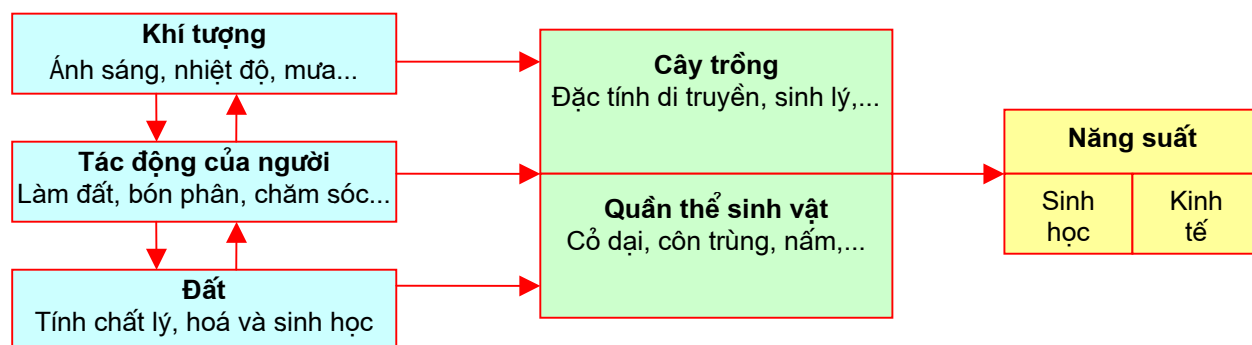
Trong các hệ sinh thái phụ, hệ sinh thái đồng ruộng chiếm phần lớn nhất và quan trọng nhất của hệ sinh thái nông nghiệp. Do đó, từ trước đến nay hệ sinh thái này được nghiên cứu nhiều nhất và kỹ càng hơn cả. Người ta thường nhầm lẫn giữa hệ sinh thái nông nghiệp và hệ sinh thái đồng ruộng, vì hệ sinh thái đồng ruộng là bộ phận trung tâm và quan trọng của hệ sinh thái nông nghiệp. Hệ sinh thái cây lâu năm về thực chất không khác gì mấy so với hệ sinh thái rừng, do đó thường là đối tượng nghiên cứu của sinh thái học lâm nghiệp. Hệ sinh thái đồng cỏ cũng được nghiên cứu nhiều vì về tính chất chúng gần giống các hệ sinh thái tự nhiên. Ở đây thành phần loài, chuỗi thức ăn (thực vật, động vật ăn cỏ...) gần giống các chuỗi thức ăn của hệ sinh thái tự nhiên, do vậy chúng là đối tượng nghiên cứu cổ điển của các nhà sinh thái học. Hệ sinh thái ao hồ, đối tượng nghiên cứu phổ biến của sinh thái học, là nội dung nghiên cứu chủ yếu của nghề nuôi cá.

Trong phần này, chúng tôi tập trung nói nhiều đến hệ sinh thái đồng ruộng, còn các hệ sinh thái khác chỉ bàn đến khi chúng có quan hệ với hệ sinh thái đồng ruộng.

Các hệ sinh thái đồng ruộng theo quan điểm của điều khiển học là những hệ thống phức tạp. Hệ thống ấy lại gồm những hệ thống phụ nhỏ hơn và các yếu tố của hệ thống. Theo Đào Thế Tuấn (1984), các hệ thống phụ bao gồm:

- Hệ phụ khí tượng: bao gồm các yếu tố như bức xạ mặt trời, nhiệt độ, mưa, độ ẩm không khí, lượng khí CO₂, lượng O₂, gió... Các yếu tố này tác động lẫn nhau và tác động vào đất, cây trồng, quần thể sinh vật..., tạo nên vi khí hậu của ruộng cây trồng.
- Hệ phụ đất: bao gồm các yếu tố như nước, không khí, chất hữu cơ, chất khoáng, vi sinh vật, động vật của đất... tác động lẫn nhau và chịu tác động của các yếu tố khí tượng; cung cấp nước, không khí và các chất dinh dưỡng cho rễ cây.
- Hệ phụ cây trồng: là hệ thống trung tâm của hệ sinh thái. Hệ thống này có thể thuần nhất nếu ruộng cây trồng chỉ trồng một giống cây, hay phức tạp nếu trồng xen, trồng gối. Các yếu tố của hệ thống này là các đặc tính sinh lý và hình thái của giống cây trồng do các đặc điểm di truyền của nó quyết định.
- Hệ phụ quần thể sinh vật của ruộng cây trồng: bao gồm các loài cỏ dại, côn trùng, nấm và vi sinh vật, các động vật nhỏ. Các sinh vật này có thể có tác dụng tốt, trung tính hay gây hại cho cây trồng.
- Hệ thống phụ biện pháp kỹ thuật: tức là các tác động của con người vào điều kiện khí tượng, vào đất, vào cây trồng hay vào quần thể sinh vật trong ruộng như các biện pháp làm đất, bón phân, chăm sóc, phòng chống sâu bệnh và cỏ dại...

Tất cả các hệ thống phụ và các yếu tố kể trên tác động lẫn nhau rất phức tạp và cuối cùng dẫn đến việc tạo thành năng suất sinh vật (toàn thể thân, lá, quả, rễ...) và năng suất kinh tế (bộ phận cần thiết nhất đối với con người) của ruộng cây trồng. Quan hệ giữa các hệ thống phụ được mô tả trong sơ đồ sau.



Hình 25. Sơ đồ hệ sinh thái ruộng cây trồng

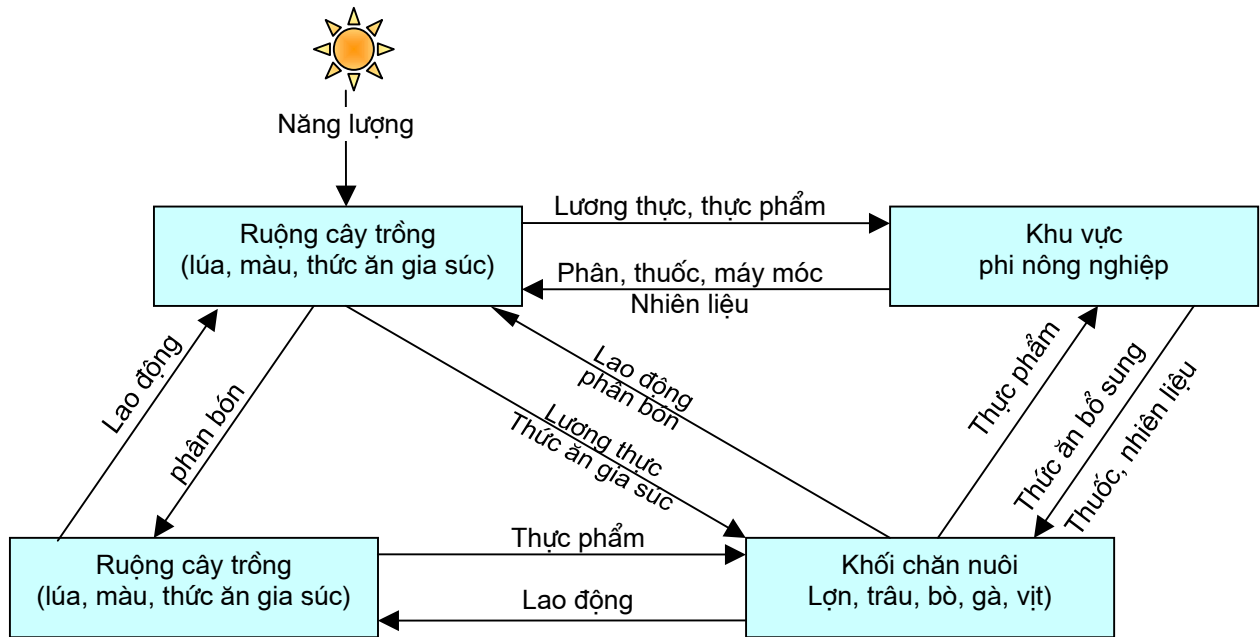
Tóm lại, hệ sinh thái nông nghiệp có thể xác định tại rất nhiều mức độ tổ chức khác nhau. Đơn vị thuận lợi nhất cho quan sát và phân tích là hệ sinh thái ruộng cây trồng. Các khu đồng ruộng sẽ thuộc cùng một hệ sinh thái nông nghiệp nếu đặc tính đất đai và chế độ quản lý tương tự nhau. Những khu vực lớn hơn, bao gồm nhiều ruộng cây trồng nhưng ở các hệ sinh thái nông nghiệp tương đồng thì được gọi là vùng sinh thái nông nghiệp. Hệ thống lớn này có thành phần cơ bản là các cây trồng và vật nuôi tương tác với nhau và đặt dưới sự quản lý của con người trong điều kiện vật tư, công nghệ và ảnh hưởng cụ thể bởi thị trường trong khu vực.

2.2. Hoạt động tạo năng suất của hệ sinh thái nông nghiệp

a) *Sơ lược về hoạt động của hệ sinh thái nông nghiệp*

Cũng như các hệ sinh thái khác, hệ sinh thái nông nghiệp là một hệ thống chức năng, hoạt động theo những qui luật nhất định. Hình vẽ sau đây mô tả sự hoạt động của một hệ sinh thái nông nghiệp điển hình, lấy ví dụ của một vùng (hợp tác xã, làng xóm) sản xuất nông nghiệp.

Mô hình hoạt động của hệ sinh thái nông nghiệp được mô phỏng trong sơ đồ dưới đây:



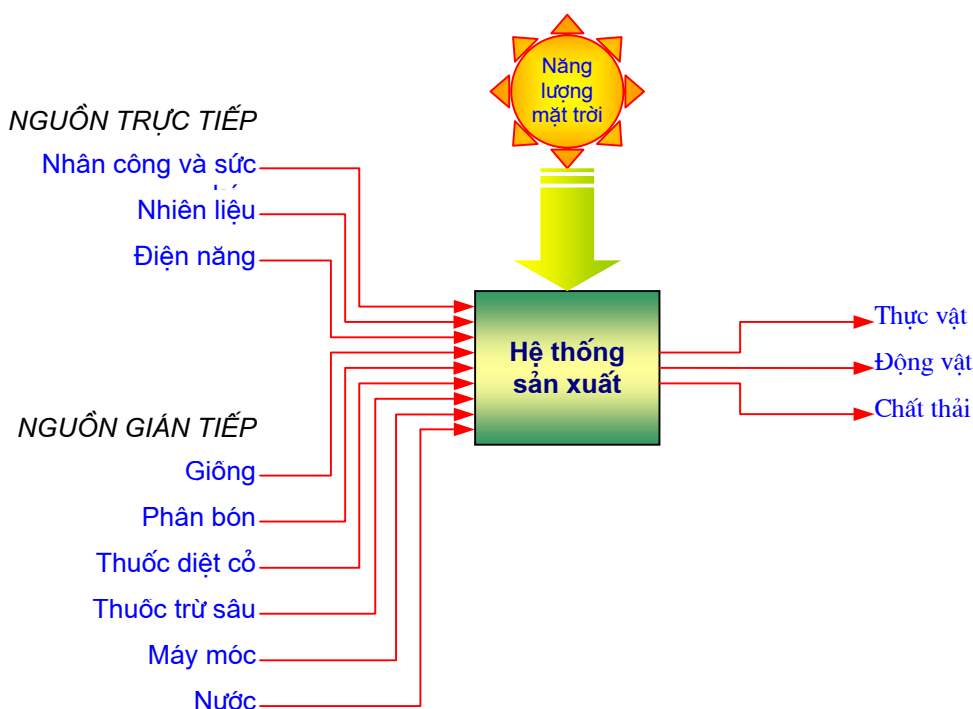
Hình 36. Mô hình hệ sinh thái nông nghiệp (Đào Thế Tuấn 1984)

Trong nội bộ hệ sinh thái nông nghiệp cũng có sự trao đổi năng lượng và vật chất như sau:

- Ruộng cây trồng trao đổi năng lượng với khí quyển bằng cách nhận năng lượng bức xạ mặt trời, thông qua quá trình quang hợp của lá xanh, tổng hợp nên chất hữu cơ. Đồng thời cây trồng có sự trao đổi khí CO_2 với khí quyển, nước với khí quyển và đất, đạm và các chất khoáng với đất. Trong các sản phẩm của cây trồng như lúa, màu, thức ăn gia súc có tích lũy năng lượng, prôtein và các chất khoáng. Tất cả các sản phẩm đó là năng suất sơ cấp của hệ sinh thái.

- Năng lượng và vật chất trong lương thực - thực phẩm được cung cấp cho khối dân cư. Ngược lại, con người trong quá trình lao động cung cấp năng lượng cho ruộng cây trồng, ngoài ra, các chất bài tiết của người (phân, nước tiểu) được trả lại cho đồng ruộng dưới dạng phân hữu cơ. Một phần lương thực và thức ăn gia súc từ đồng ruộng cung cấp cho trại chăn nuôi và vật nuôi gia đình. Vật nuôi chế biến năng lượng và vật chất của cây trồng thành các sản phẩm chăn nuôi, đó chính là năng suất thứ cấp của hệ sinh thái. Các chất bài tiết của vật nuôi được trả lại cho đồng ruộng qua phân bón. Các vật nuôi lớn (trâu, bò...) cũng cung cấp một phần năng lượng cho đồng ruộng qua cày kéo.

- Giữa người và gia súc cũng có sự trao đổi năng lượng và vật chất qua sự cung cấp sản phẩm chăn nuôi làm thức ăn cho người và việc sử dụng lao động vào chăn nuôi.



Hình 37. Mô hình dòng vận chuyển năng lượng trong hệ sinh thái nông nghiệp
(Nguồn: Tivy, 1981)

Thực chất của tất cả sự trao đổi năng lượng và vật chất nói trên có thể tóm tắt trong hai quá trình chính:

- Quá trình tạo năng suất sơ cấp (sản phẩm trồng trọt) của ruộng cây trồng.
- Quá trình tạo năng suất thứ cấp (sản phẩm chăn nuôi) của khối chăn nuôi. Trong năng suất thứ cấp thực ra phải tính cả sự tăng dân số và tăng trọng lượng của con người.

Ngoài sự trao đổi năng lượng và vật chất với ngoại cảnh và trong nội bộ hệ sinh thái, còn có sự trao đổi giữa hệ sinh thái nông nghiệp với các hệ sinh thái khác, chủ yếu là hệ sinh thái đô thị. Hệ sinh thái nông nghiệp cung cấp cho hệ sinh thái đô thị lương thực, thực phẩm hàng hoá và nhận lại của hệ sinh thái đô thị các vật tư kỹ thuật, máy móc nông nghiệp, phương tiện vận tải, nhiên liệu, điện, nước tưới, phân bón hoá học, thuốc bảo vệ cây trồng, gia súc và thức ăn gia súc. Thực chất đây là sự trao đổi năng lượng và vật chất giữa nông nghiệp và công nghiệp. Tất cả các loại hàng hoá này đều có thể tính thành năng lượng.

Năng suất của hệ sinh thái nông nghiệp còn phụ thuộc vào hai nguồn năng lượng chính: Năng lượng do bức xạ mặt trời cung cấp và năng lượng do công nghiệp cung cấp.

Năng lượng do công nghiệp cung cấp không trực tiếp tham gia vào việc tạo năng suất sơ cấp của hệ sinh thái nông nghiệp mà chỉ tạo điều kiện cho cây trồng tích lũy được nhiều năng lượng bức xạ của mặt trời. Một số năng lượng do công

nghiệp cung cấp có tham gia vào việc tạo thành năng suất thứ cấp của hệ sinh thái nông nghiệp (thức ăn gia súc). Tuy vậy, năng lượng này thực ra là năng lượng sơ cấp hay thứ cấp lấy từ các hệ sinh thái và được chế biến ở hệ sinh thái đô thị.

Một số các vật chất do hệ sinh thái đô thị cung cấp tham gia vào sự tạo năng suất sơ cấp của hệ sinh thái nông nghiệp như nước, phân bón và có tính chất quyết định năng suất.

b) Năng suất sơ cấp của hệ sinh thái nông nghiệp

Các hệ sinh thái nông nghiệp có năng suất rất khác nhau, tùy theo vĩ độ, đất đai và trình độ thâm canh. Sau đây là năng suất của một số cây trồng ở các điều kiện khác nhau (Bảng 1).

Từ bảng số liệu cho thấy năng suất sơ cấp bình quân của các cây trồng có thể đạt 3,7 - 33,2 tấn/ha. Ở nhiệt đới có thể trồng từ 2 đến 3 vụ cây ngắn ngày trong một năm, do vậy năng suất cả năm có thể gấp 2-3 lần mức thấp nhất. Ở vùng ôn đới, năng suất cả năm có thể đạt khoảng 10 - 15 tấn/ha, còn ở nhiệt đới khoảng 20 - 30 tấn/ha.

Trong điều kiện thuận lợi, đủ nước và phân bón, một ruộng ngô có thể quang hợp được như sau: Trong thời gian sinh trưởng của cây trồng, năng lượng bức xạ đạt khoảng $500 \text{ cal/cm}^2/\text{ngày}$, bức xạ có hoạt tính quang hợp là $222 \text{ cal/cm}^2/\text{ngày}$. Năng suất quang hợp thô là $107 \text{ g/m}^2/\text{ngày}$, hô hấp mất $36 \text{ g/m}^2/\text{ngày}$, năng suất thuần là $71 \text{ g/m}^2/\text{ngày}$ hay $27 \text{ cal/cm}^2/\text{ngày}$. Như vậy, hiệu suất sử dụng ánh sáng là 5,3% của năng lượng bức xạ tổng cộng hay 12% của năng lượng bức xạ có hoạt tính quang hợp. Đây là trường hợp thuận lợi nhất, trong thực tế, hiệu suất sử dụng ánh sáng thấp hơn nhiều.

Năng suất sơ cấp phụ thuộc vào vĩ độ (độ dài của thời gian sinh trưởng). A. A. Nitchiporovic đã tính năng suất có thể đạt được ở các vĩ độ khác nhau trong điều kiện hiệu suất sử dụng bức xạ quang hợp được là 4,5%. Ở vĩ độ $65 - 70^\circ$, với năng lượng bức xạ $1,5 \times 10^9 \text{ kcal/ha/năm}$, thời gian sinh trưởng từ 2 đến 3 tháng, năng suất thuần chỉ có thể đạt khoảng 10 - 15 tấn/ha. Ở nhiệt đới với $10.10^9 \text{ kcal/ha/năm}$ và thời gian sinh trưởng từ 11,5 đến 12 tháng, năng suất thuần có thể đạt đến khoảng 100 - 120 tấn/ha/năm.

Trong thực tế, hiệu suất sử dụng ánh sáng thấp hơn nhiều so với lý luận vì gặp nhiều điều kiện không thuận lợi như thiếu nước, thiếu thức ăn. Tính trung bình toàn thế giới, hiệu suất sử dụng ánh sáng tổng cộng: rừng - 1,2%, đồng ruộng - 0,66%; đồng cỏ - 0,66%, đài nguyên - 0,13%, hoang mạc - 0,06%, toàn lục địa - 0,3%, đại dương - 0,12%, toàn sinh quyển - 0,15 đến 0,18% (Duvigneaud 1980).

Bảng 1. Năng suất của một số cây trồng

Cây trồng và khu vực		Năng suất sơ cấp thuần	Năng suất phần ăn được	
		Chất khô (kg/ha)	Chất tươi (kg/ha)	Chất khô (kg/ha)
Lúa:	Nhật Bản	9.830	5.600	4.910
	Đông Nam Á	4.820	2.200	1.610
	Thế giới	5.460	2.800	2.450
Lúa mì:	Hà Lan	11.040	6.300	5.520
	Brazin	1.970	900	700
	Thế giới	3.700	1.900	1.670
Ngô:	Mỹ	12.680	6.500	5.700
	Ấn Độ	2.760	1.100	970
	Thế giới	7.020	3.200	2.810
Khoai tây:	Hà Lan	15.080	37.700	7.540
	Trung Quốc	4.040	10.000	2.020
	Thế giới	5.680	14.200	2.840
Mía:	Hawaii	50.500	84.160	18.330
	Cu Ba	30.520	50.860	10.980
	Thế giới	33.180	55.300	11.940

So sánh sự hoạt động của hệ sinh thái nông nghiệp trong điều kiện ôn đới ta thấy, trong hệ sinh thái ruộng lúa mì với chỉ số diện tích lá $4\text{m}^2/\text{m}^2$ đất, năng suất chất khô là 9tấn/ha hay 40.10^6 kcal/ha. Với năng lượng bức xạ quang hợp $2,2.10^9$ kcal, hiệu suất sử dụng ánh sáng là 1,8%. Ở hệ sinh thái rừng ôn đới có sinh khối 350 tấn/ha và chỉ số diện tích lá là $6\text{m}^2/\text{m}^2$ đất, năng suất chất khô (gỗ) 8tấn/ha và 7tấn/ha cành, lá, rễ làm tăng thêm hàng tấn mùn (cộng với 150tấn/ha mùn đã có). Hiệu suất sử dụng ánh sáng quang hợp được là 2,3%.

Hệ sinh thái rừng sở dĩ có năng suất cao hơn vì có thời gian sinh trưởng dài hơn và chỉ số diện tích lá cao hơn hệ sinh thái đồng ruộng và hàng năm hệ sinh thái rừng trả lại cho đất một khối lượng chất hữu cơ cũng rất lớn.

c) Năng suất thứ cấp của các hệ sinh thái

Trong các hệ sinh thái tự nhiên, sinh khối động vật thường thấp hơn so với sinh khối thực vật. Sau đây là số liệu về sinh khối động vật ăn cỏ của một số hệ sinh thái tự nhiên và nông nghiệp.

<u>Hệ sinh thái</u>	<u>Sinh khối động vật ăn cỏ (kg/ha)</u>
Hoang mạc nhiệt đới Châu Phi	44 - 235
Đồng cỏ khô hạn ôn đới	3,5 - 35
Đồng cỏ trồng châu Âu	1.2 - 50

Để có khái niệm về năng suất thứ cấp, chúng ta hãy xem lại mô hình của Odum, trong đó 4 ha trồng cỏ *medicago* nuôi được 4,5 con bê và số năng lượng từ thịt của 4,5 con bê chỉ đủ cho 1 em bé 12 tuổi dùng trong 1 năm .

	Số lượng	Sinh khối (kg)	Năng lượng (Cal)
Bức xạ mặt trời	-	-	$6,30.10^9$
Medicago (cây)	2.10^7	8211	$1,49.10^7$
Bê (con)	4,50	1035	$1,19.10^6$
Con người	1,00	48	$8,30.10^3$

Holmes đã tính hiệu suất sử dụng thức ăn của gia súc ở Anh trong điều kiện quản lý tương đối tốt. Dưới đây là các thông số có thể giúp chúng ta tính năng suất thứ cấp của các hệ sinh thái nông nghiệp. Các thông số này tính cho toàn bộ gia súc của nông trại, có nghĩa là tính cả năng lượng cần cho sự tái sản xuất gia súc.

Bảng dưới đây cho thấy, về hiệu suất trao đổi năng lượng thì lợn đứng hàng đầu, thấp nhất là cừu. Về năng suất trên 1 ha thì bò sữa đứng hàng đầu.

Bảng 2. Hiệu suất (tính toán nông trại) và năng suất thứ cấp của gia súc

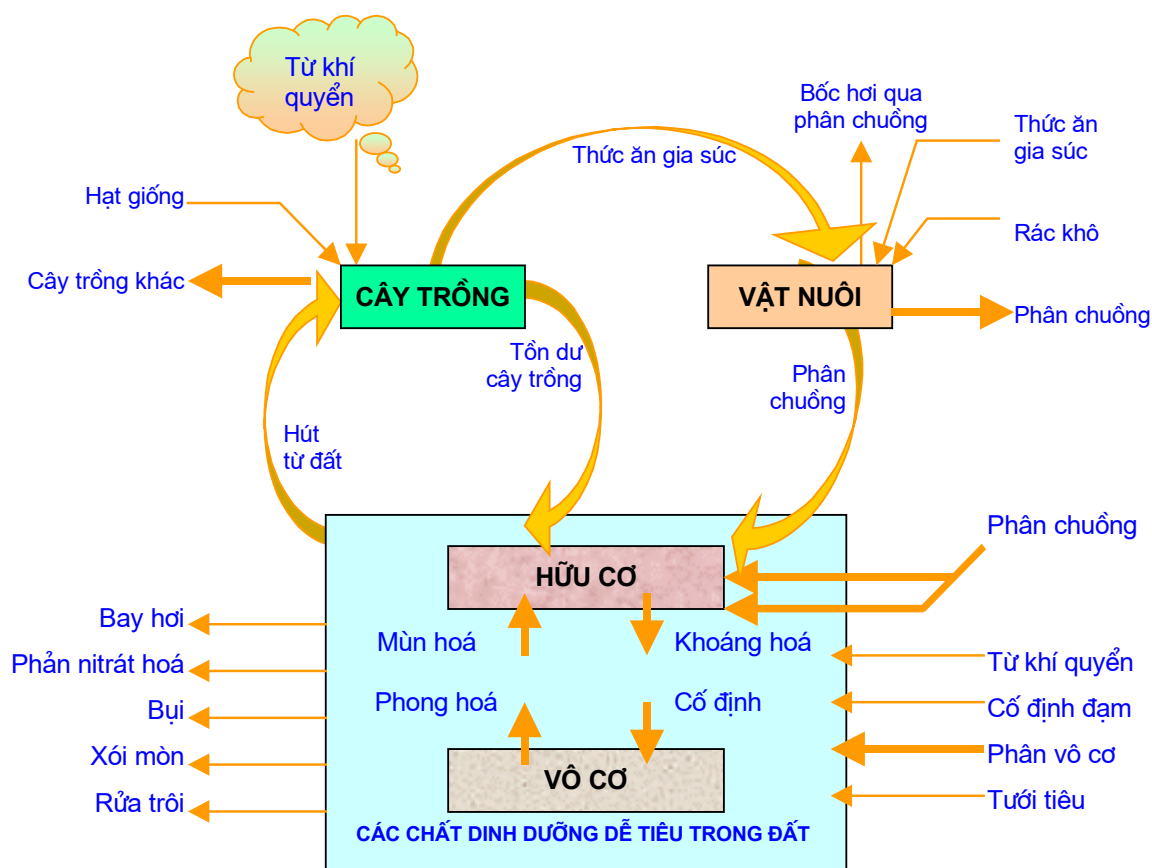
Vật nuôi hoặc cây trồng	Năng lượng ăn được/năng lượng sử dụng (%)	Năng lượng ăn được (kcal/ha)	Năng suất protein (kg/ha)	Năng suất khô (kg/ha)
Bò sữa	12	2.500	115	-
Bò sữa thịt	11	2.400	102	-
Bò thịt	4,5	750	27	-
Cừu	1,7	500	23	-
Lợn	17	1.900	50	-
Gà thịt	10	1.100	92	-
Gà rừng	11	1.150	80	-
Lúa mì	-	14.000	350	4.100
Đậu Hà lan	-	3.000	280	1.050
Bắp cải	-	8.000	1.100	6.000
Khoai tây	-	24.000	420	8.400

Hiệu suất của việc chuyển từ năng suất sơ cấp sang năng suất thứ cấp rất thấp. Động vật sử dụng một số lớn năng lượng để tạo nhiệt và vận động. Ví dụ, một con bò cần 35kg cỏ tươi hay 7kg cỏ khô để tạo ra 1 kg trọng lượng tươi hay 450g chất khô, hiệu suất chuyển hoá là 6%. Một ha đồng cỏ cải tiến ở ôn đới nuôi được hai con bò sữa 500kg, đồng cỏ tự nhiên phải 10 - 15 ha mới nuôi được 1 con. Ở lợn và gà, nếu cho ăn hạt thì 4 kg cho 1 kg thịt, hiệu suất chuyển hoá là 25%. Ở cá 5kg thức ăn động vật cho 1kg cá, hiệu suất 20%. Nói chung việc nuôi gia súc chỉ có 10% năng lượng thức ăn thực vật được chuyển hoá thành thức ăn động vật còn 90% bị mất đi. Hiệu suất của lợn và gà cao hơn 10%, nhưng ở trâu bò thì thấp hơn.

c) **Trao đổi vật chất trong các hệ sinh thái đồng ruộng**

Chu trình trao đổi vật chất trong các hệ sinh thái nông nghiệp cũng tuân theo định luật bảo toàn vật chất giống như các hệ sinh thái khác. Tuy nhiên, hệ sinh thái nông nghiệp có những đặc trưng riêng mà nổi bật nhất là dòng vật chất không khép kín. Chu trình sinh địa hoá có dòng vật chất di chuyển từ cây trồng sang vật nuôi và

tương tác qua lại với động thực vật hoang dại. Một phần vật chất tạo ra trong quá trình trao đổi vật chất, đó là năng suất, được chuyển đến các hệ sinh thái khác.



Hình 38. Chu trình dinh dưỡng trong hệ sinh thái nông nghiệp (Nguồn: Tivy, 1987)

Ngoài ra, xem xét chu trình của từng nguyên tố riêng rẽ trong hệ sinh thái nông nghiệp cũng có những đặc điểm riêng. Ví dụ, cây trồng khác với cây hoang dại là hút nhiều kali từ đất hơn canxi và sự hút lân cao hơn ở các hệ sinh thái tự nhiên (Duvignaund, 1980).

So sánh lượng chất dinh dưỡng do 1 ha cây trồng hấp thụ lớn hơn nhiều so với các hệ sinh thái tự nhiên có năng suất cao. Ở cây lâu năm, lượng đạm hút ít hơn ở rừng, nhưng lượng lân và kali cao hơn nhiều.

Ở các hệ sinh thái tự nhiên, chất dinh dưỡng trong năng suất hàng năm chủ yếu do việc sử dụng lại lượng cành lá rụng xuống đất. Ở các hệ sinh thái nông nghiệp, một số lượng lớn các chất dinh dưỡng được bổ xung thêm dưới dạng phân bón.

Bảng 3. Lượng chất dinh dưỡng do cây trồng hút từ đất
(Basilevic, Rodin 1969; Đào Thế Tuấn 1984)

Cây trồng	Năng suất	Hệ số kinh tế	Lượng chất dinh dưỡng hút (kg/ha)						
	K.T (t/ha)		N	P	K	Ca	Mg	S	Si
Lúa IR8	8,7	0,49	164	50	309	27	351	58	87
Lúa Peta	6,1	0,33	143	34	308	30	32	17	101
Lúa mì	5,4	0,45	208	27	150	-	24	20	7

Ngô	5,0	0,30	269	49	223	23	50	30	-
Lúa miến	4,5	0,50	90	22	93	-	22	19	-
Mía	10,0	-	201	38	284	-	50	43	-
Đậu tương	2,0	0,34	138	16	67	-	13	12	-
Lạc	3,0	0,57	145	10	45	30	27	9	-
Bông	4,2	0,41	196	21	181	-	-	-	-
Khoai tây	40	0,71	178	35	337	52	23	27	-
Khoai lang	27	-	115	20	195	-	11	-	-
Sắn	40	-	253	27	247	30	17	-	-
Chuối	45	-	75	22	224	-	-	-	-
Dừa	1,3	-	62	17	56	-	-	-	-
Cọ dầu	2,5	-	162	30	217	-	-	-	-
Cao su	1,1	-	85	12	38	22	18	-	-
Rừng ôn đới	17	-	96	7	58	76	14	37	-
Rừng nhiệt đới	21,5	-	130	8	68	168	24	-	-
									-

2.3. Động thái của hệ sinh thái nông nghiệp

Động thái của hệ sinh thái nông nghiệp biểu hiện trên hai mặt: (i) sự thay đổi trong thành phần và cấu trúc của các quần thể thực vật; (ii) sự thay thế thành phần quần thể thực vật chủ đạo.

Sự thay đổi quần thể thực vật có hai loại:

Thay đổi theo mùa: Quần thể thực vật ở ruộng cây trồng do con người tạo nên bằng cách gieo trồng. Từ lúc gieo cho đến lúc thu hoạch cấu trúc của quần thể chủ đạo (cây trồng) thay đổi kéo theo sự thay đổi các quần thể vật sống khác (cỏ dại, sâu bệnh...). Những thay đổi này do điều kiện khí tượng của các mùa vụ, sự tác động của con người và đặc tính sinh học của cây trồng quyết định.

Thay đổi theo năm: Giữa năm này và năm khác do điều kiện khí tượng không giống nhau nên cấu trúc quần thể cây trồng và vật sống khác thay đổi. Sự sinh trưởng của cây trồng, thành phần cỏ dại, sâu bệnh thay đổi tùy năm nóng hay lạnh, hạn hay ẩm...

Sự thay thế của quần thể thực vật này là do tác động của con người: Thay đổi cơ cấu cây trồng, hệ thống luân canh, các biện pháp kỹ thuật hay do bản thân cây trồng đã làm thay đổi tính chất đất.

Ở điều kiện nhiệt đới, sự thay thế cây trồng xảy ra không phải hàng năm mà là hàng vụ vì ở đất có tưới có thể gieo trồng nhiều vụ một năm. Việc thay thế này phụ thuộc vào cơ cấu cây trồng hay công thức luân canh. Khi có một tiến bộ kỹ thuật mới như một giống cây trồng năng suất cao, thích hợp với một vụ nào đấy thì cơ cấu cây trồng thay đổi, dẫn theo sự thay đổi trật tự của quần thể cây trồng ở hệ sinh thái.

Việc thay đổi các biện pháp canh tác như tưới nước, cải tạo đất, cơ giới hoá, phương pháp làm đất, phương pháp phòng chống sâu bệnh và cỏ dại... cũng dẫn đến sự thay đổi hệ thống cây trồng hay công thức luân canh.

Cây trồng vụ trước có thể quyết định cây trồng vụ sau do kết quả nghiên cứu về cây trồng trước đối với cây trồng sau.

Với cây lâu năm, việc thay thế cây trồng hàng năm không xảy ra, chỉ xảy ra sau một chu kỳ kinh tế dài ngắn tùy loại cây.

2.4. Các mối quan hệ sinh học trong các hệ sinh thái nông nghiệp

Ở trên, chúng ta đã xét đến các lực vật lý và hoá học tác động vào các hệ sinh thái. Trong các hệ sinh thái có nhiều quần thể vật sống, trong một quần thể có nhiều cá thể vật sống, chúng có quan hệ chặt chẽ với nhau, cũng như giữa các quần thể với nhau. Nhưng mối quan hệ này rất phức tạp và thuần túy là các mối quan hệ sinh học.

a) *Quần thể vật sống*

Ở chương hai, chúng ta đã biết quần thể là một nhóm gồm nhiều cá thể của một loài nhất định trong quần xã (community). Cũng như các mức tổ chức khác, quần thể có một số thuộc tính mà ở các mức độ tổ chức khác không có như: mật độ, phân bố theo tuổi, tỷ sinh sản và tử vong, mức tăng trưởng, cấu trúc không gian, sự phát tán, đặc điểm di truyền... Các thuộc tính này đã được nghiên cứu với các quần thể thực vật và động vật tự nhiên.

Trong hệ sinh thái nông nghiệp, quần thể sinh vật có nhiều đặc điểm khác so với các hệ sinh thái tự nhiên. Hệ sinh thái nông nghiệp do con người tổ chức theo ý muốn của mình, do đây một số thuộc tính của quần thể sinh vật được con người điều chỉnh.

Đối với quần thể cây trồng - quần thể chủ đạo của hệ sinh thái đồng ruộng có những đặc điểm chủ yếu sau:

- Mật độ của quần thể do con người qui định trước lúc gieo trồng.
- Sự sinh sản, tử vong và phát tán không xảy ra một cách tự phát mà chịu sự điều khiển của con người.
- Sự phân bố trong không gian tương đối đồng đều vì do con người điều khiển.
- Độ tuổi của quần thể cũng đồng đều vì có sự tác động của con người.

Tuy vậy, trong các quần thể của hệ sinh thái nông nghiệp có một số loại quần thể gần giống với các quần thể tự nhiên như cỏ dại và côn trùng trong ruộng cây trồng, quần thể cỏ ở đồng cỏ. Các quần thể này cũng chịu tác động thay đổi của con người, nhưng ít hơn với quần thể cây trồng.

Quan trọng nhất trong ruộng cây trồng là quần thể một loài. Đây là dạng phổ biến nhất của ruộng cây trồng, mặc dù ruộng cây trồng cũng có nhiều loài như lúc trồng xen, trồng gối... Quần thể một loài có thể được gieo bằng các giống địa phương hay giống thuần. Gần đây nhiều giống cải tiến cũng có dạng này như giống tổng hợp (*synthetics*) hay giống hỗn hợp (*composite*). Nói chung, đa số các ruộng cây trồng hiện đại được gieo trồng bằng các giống thuần về mặt di truyền.

Ngay ở các ruộng cây trồng gieo bằng giống thuần chủng cũng có sự phân hoá của các cá thể do nhiều nguyên nhân gây ra. Chẳng hạn, phẩm chất hạt giống không đồng đều do vị trí của giống khác nhau trên bông hay cây, độ sâu của hạt gieo hay mật độ gieo trồng không đồng đều, độ màu mỡ của đất không đồng đều (phân bón), sâu bệnh phá hoại cây con...

b) *Sự cạnh tranh*

Nếu trong hệ sinh thái có hai hay nhiều vật sống đều cần một nguồn lợi mà nguồn lợi ấy không đủ thì chúng đấu tranh với nhau. Giữa các cây có sự cạnh tranh ánh sáng, thức ăn, giữa các động vật giành nhau thức ăn, nơi ở... Kết quả của sự

cạnh tranh là cả hai phía đều bị thiệt hại. Ở mức độ quần thể thì làm cho mật độ và năng suất của quần thể giảm.

Có hai loại cạnh tranh: Cạnh tranh trong loài và cạnh tranh khác loài. Cạnh tranh trong loài là một nhân tố quan trọng trong các quần thể, khiến cho các quần thể tự điều chỉnh số lượng, tránh quá đông. Sự cạnh tranh khác loài dẫn đến hai trường hợp: hoặc một loài bị loại bỏ, hoặc cả hai cùng chia nhau nguồn lợi để sống chung trên một địa bàn.

Trong hệ sinh thái nông nghiệp, vấn đề cạnh tranh trong loài được đặt ra trong các ruộng trồng một loại cây, ở đây chủ yếu là ánh sáng. Vấn đề này được nghiên cứu và giải quyết một phần bằng cách tạo ra các giống cây trồng lá gần thẳng đứng để giảm sự che sáng lẫn nhau lúc diện tích lá tăng cao. Vấn đề này sẽ được thảo luận kỹ hơn ở phần sau.

Khi nghiên cứu về ảnh hưởng của mật độ gieo trồng đến năng suất, nhiều tác giả đã đề nghị các công thức khác nhau để biểu thị mối quan hệ này, trong đó có hai kiểu quan hệ điển hình như sau:

- Quan hệ tiệm cận: mật độ tăng, lúc đầu năng suất cũng tăng, nhưng đến một mức độ nào đấy thì năng suất không tăng nữa. Trường hợp này xảy ra với các cây cho thân lá và củ.
- Quan hệ parabol: mật độ tăng, lúc đầu năng suất tăng, đến một mức độ nhất định tương ứng với năng suất cao nhất sau đấy năng suất bắt đầu giảm dần. Trường hợp này thường xảy ra với các cây cho hạt và cho quả.

Cạnh tranh khác loài được thấy ở các ruộng trồng xen, trồng gối, ở đồng cỏ và trong tất cả các ruộng cây trồng cỏ dại.

Quan hệ giữa cây hoà thảo và cây bộ đậu được nghiên cứu kỹ để xây dựng các đồng cỏ hỗn hợp. Quan hệ này rất phức tạp và phụ thuộc nhiều vào điều kiện ngoại cảnh. Trong điều kiện ít đạm, cây bộ đậu mọc tốt hơn cây hoà thảo. Trái lại lúc nhiều đạm cây hoà thảo mọc tốt hơn và lấn át cây bộ đậu. Ở điều kiện nhiệt đới, đất chua và nhiều lân, việc xây dựng các hỗn hợp hoà thảo - bộ đậu khó hơn nhiều trong điều kiện ôn đới. Trong điều kiện nhiệt đới, hoà thảo có khả năng cạnh tranh với ánh sáng mạnh hơn cây bộ đậu.

Quan hệ giữa cây trồng và cỏ dại cũng là một mối quan hệ được nghiên cứu nhiều. Cây trồng do đặc điểm sinh trưởng, phát triển của mình đã tạo điều kiện thuận lợi hoặc khó khăn cho các loài cỏ dại khác nhau phát triển. Lúa cao cây lấn át cỏ lồng vực và cỏ dại mạnh hơn, lúa thấp cây cạnh tranh yếu hơn nên đã tạo điều kiện cho cỏ này phát triển mạnh. Cỏ dại cạnh tranh ánh sáng, thức ăn, nước của cây trồng, đồng thời lại là nguồn truyền bệnh và sâu hại cho cây trồng.

Cây trồng có thể tác động lẫn nhau qua các chất có hoạt tính sinh lí do cây tiết ra hay do xác cây trồng bị các vi sinh vật phân giải tiết ra. Các chất do cây này tiết ra có thể là có lợi, có hại hay vô sự đối với cây khác, có thể ở dạng dịch hay dạng khí. Phần nhiều, cỏ dại lúc sống hay sau khi chết đều tiết ra các chất có tác dụng kìm hãm sinh trưởng của cây trồng.

c) Sự ký sinh và ăn nhau

Đây là biểu hiện của quan hệ tiêu cực giữa các vật sống. Vật ăn nhau và vật ký sinh khác nhau ở chỗ: vật ăn nhau sống tự do, ăn cây cỏ hay động vật. Vật ký sinh

sống nhờ vào vật chủ. Vật ăn nhau giết chết vật chủ, vật ký sinh không giết chết vật chủ. Thực ra sự phân biệt này chỉ có ý nghĩa tương đối.

Vật ký sinh và vật ăn mỗi có nhiều dạng:

- Dạng ăn nhiều loài (*Poliphaga* hay *Omnivor*): Có thể ăn nhiều loài khác nhau như động vật hay côn trùng phá hoại nhiều loại cây trồng.
- Dạng ăn ít loài (*Oligophaga*): chỉ ăn hay phá hoại một vài loài bà con gần nhau, như các loài côn trùng chỉ phá một họ cây cỏ.
- Dạng ăn một loài (*monophaga*): chỉ ăn hay phá một loài như sâu đục thân lúa 2 chấm, con tằm...

Lúc sinh vật sống ở điều kiện tốt nhất thì ký sinh có thể có, nhưng ít gây hại. Khi gặp điều kiện thuận lợi, ký sinh có thể phát triển rất mạnh gây thành dịch và tiêu diệt thực vật.

Các vật chủ sống có các cách khác nhau để chống lại các vật ăn thịt hay ký sinh; đó là tính chống chịu sâu bệnh của sinh vật. Sự chống chịu này được hình thành trong quá trình chọn lọc tự nhiên. Ở các hệ sinh thái bền vững với sự tiến hoá của các quần thể vật sống, mối quan hệ tiêu cực giữa các thành phần sống trong hệ sinh thái được giảm bớt.

Ngay giữa các vật ăn nhau và các vật ký sinh cũng có mối quan hệ phức tạp. Có những loài ăn nhau và ký sinh trên ký sinh. Các mối quan hệ này góp phần vào việc tạo nên sự bền vững của hệ sinh thái.

Trong các hệ sinh thái nông nghiệp, quan hệ ký sinh và ăn nhau rất quan trọng. Các loài sâu hại và vi sinh vật gây bệnh phá hoại một phần rất lớn năng suất sơ cấp cũng như thứ cấp. Vấn đề này sẽ được bàn lại ở phần sau.

d) Sự cộng sinh

Giữa các loài còn có mối quan hệ tích cực như sống hợp tác và tương trợ nhau. Trong trường hợp này hai loài thường có nhu cầu khác nhau. Phổ biến nhất là sự cộng sinh giữa vật sống tự dưỡng, như sự cộng sinh giữa cây bộ đậu và vi khuẩn cố định đạm.

Nói chung trong các hệ sinh thái thành thực, quan hệ ký sinh được thay thế bằng quan hệ cộng sinh. Đặc biệt trong trường hợp một nguồn dự trữ nào đấy của môi trường bị giới hạn thì vật sống phải tương trợ nhau để cùng sống.

Trong hệ sinh thái nông nghiệp, hiện tượng cộng sinh biểu hiện rõ nhất ở sự cố định đạm và ở rễ nấm. Vi khuẩn nốt sần cộng sinh ở cây bộ đậu và một số loài cây khác góp phần quan trọng vào việc cung cấp đạm cho các hệ sinh thái nông nghiệp. Tảo sống chung với cánh bèo dâu, cung cấp đạm cho cây bèo sinh trưởng và sau đó là cho lúa. Rễ nấm của nhiều loài cây giúp cho chúng hút chất khoáng của đất, nhất là ở đất cằn cỗi.

Quan hệ giữa cây trồng và các vi sinh vật sống trong vùng rễ cũng có thể coi là quan hệ cộng sinh. Rễ cây tiết ra các chất cần cho sự sống của vi sinh vật hay lông rễ chết đi làm thức ăn cho vi sinh vật đất. Vi sinh vật tổng hợp các axit amin, vitamin, chất sinh trưởng cần cho cây trồng. Gần đây người ta còn nhận thấy vi sinh vật vùng rễ cũng tổng hợp một lượng đạm đáng kể để cung cấp cho cây trồng.

e)

Sự phát triển của hệ sinh thái

Hệ sinh thái là một mức độ tổ chức của vật sống, vì vậy nó cũng có sự vận động, phát triển và tiến hoá.

Các hệ sinh thái tự nhiên luôn phát triển, sự phát triển ấy biểu hiện bằng việc thay đổi các quần xã tham gia vào hệ sinh thái theo thời gian, gọi là diễn thế (xem chương ba). Xu hướng chung của sự diễn thế là từ các hệ sinh thái trẻ không ổn định tiến tới các hệ sinh thái già ổn định, hệ sinh thái ổn định cuối cùng gọi là cao đỉnh (*Climax*).

Trong quá trình phát triển, các đặc điểm của hệ sinh thái thay đổi như sau:

Về mặt năng lượng: các hệ sinh thái trẻ thường có năng suất cao, tỷ lệ giữa năng suất quang hợp trên sinh khối lớn. Ngược lại các hệ sinh thái già có sinh khối cao, tỷ lệ năng suất quang hợp trên sinh khối giảm đi nhiều.

Chuỗi thức ăn ở các hệ sinh thái trẻ thẳng và có kiểu của đồng cỏ: Thực vật, động vật ăn cỏ, động vật ăn thịt. Trái lại ở các hệ sinh thái già, chuỗi thức ăn phân nhánh phức tạp và chủ yếu gồm các sinh vật ăn phế liệu (vì sinh vật phân giải chất hữu cơ).

Về mặt cấu trúc: hệ sinh thái trẻ ít đa dạng về loài, ít có các tầng trong không gian. Trái lại các hệ sinh thái già phong phú về số loài, phân tầng nhiều hơn và có sự khác nhau giữa các tầng.

Vật sống trong các hệ sinh thái trẻ thường có kích thước không lớn với chu kỳ sống ngắn và đơn giản. Trái lại ở hệ sinh thái già, vật sống thường lớn với chu kỳ sống dài và phức tạp.

Chu trình chất khoáng ở các hệ sinh thái trẻ thường không khép kín, tốc độ trao đổi giữa vật sống và môi trường cao. Trái lại ở các hệ sinh thái già, chu trình chất khoáng thường khép kín và tốc độ trao đổi thấp.

Tốc độ tăng trưởng và sinh sản của các loài của hệ sinh thái trẻ thường nhanh, năng suất chủ yếu do số lượng quyết định. Trái lại các hệ sinh thái già, tốc độ tăng trưởng và sinh sản của các loài chậm, năng suất chủ yếu do chất lượng quyết định.

Tính ổn định của các hệ sinh thái trẻ thấp, ít thích nghi với các điều kiện ngoại cảnh bất lợi. Quan hệ ký sinh và ăn nhau giữa các loài cao. Trái lại ở các hệ sinh thái già tính ổn định cao dễ thích nghi với các điều kiện ngoại cảnh bất lợi. Quan hệ cộng sinh giữa các loài phát triển mạnh.

Có thể lấy ví dụ các hệ sinh thái trẻ như các hệ sinh thái đồng cỏ gồm các loài hoà thảo ngắn ngày, hệ sinh thái rừng trồng. Các hệ sinh thái già như các đồng cỏ gồm các loài hoà thảo lâu năm hay các rừng mưa nhiệt đới.

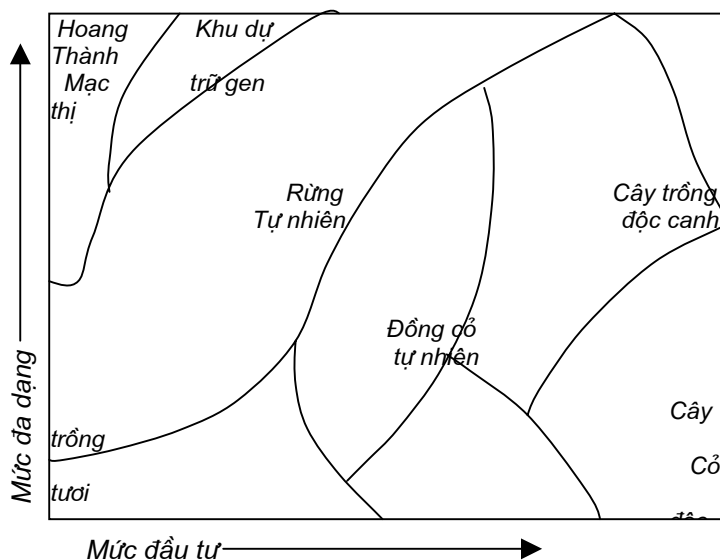
Trong tất cả các hệ sinh thái đang tồn tại thì các hệ sinh thái nông nghiệp thuộc loại trẻ. Trong việc khai thác thiên nhiên, muốn có năng suất cao, con người phải làm trẻ các hệ sinh thái nông - lâm nghiệp, do vậy, chiến lược của con người trái ngược với xu thế của các hệ sinh thái tự nhiên: con người nhằm đạt tỷ số năng suất trên sinh khối cao, trái lại tự nhiên duy trì tỉ số năng suất trên sinh khối thấp.

Hệ sinh thái nông nghiệp có thành phần loài đơn giản, thậm chí còn độc canh. Số loài động vật cũng giảm, nhưng số loài côn trùng và gặm nhấm tăng lên. Con người luôn tác động để các hệ sinh thái nông nghiệp luôn luôn trẻ. Các hệ sinh thái nông nghiệp do vậy không ổn định, dễ bị thiên tai và sâu bệnh phá hoại. Muốn tăng

năng suất và tăng tính ổn định, con người phải đầu tư ngày càng nhiều năng lượng hoá thạch vào các hệ sinh thái nông nghiệp.

Trong hoạt động của mình, con người cũng có những cố gắng làm *già* một số quá trình của hệ sinh thái, nhằm nâng cao tính ổn định của chúng:

- Độc canh được thay bằng phương pháp luân canh cây trồng đã làm cho hệ sinh thái thêm phong phú, mặc dù sự phong phú này là trong thời gian, không phải trong không gian như ở các hệ sinh thái tự nhiên. Trồng xen, trồng gối cũng có tác dụng tương tự.
- Việc sử dụng phân hữu cơ, kết hợp trồng trọt với chăn nuôi, tăng sự quay vòng chất hữu cơ có tác dụng làm tăng thêm kiểu chuỗi thức ăn dựa vào phế liệu.



Hình 39. Quan hệ giữa các hệ sinh thái khác nhau dựa vào tính đa dạng và mức đầu tư của con người

(Nguồn: Smith, 1975)

Sử dụng mối quan hệ sinh học trong quần thể để nâng cao năng suất và tăng tính ổn định của các hệ sinh thái như dùng cây bộ đậu, dùng giống chống chịu sâu bệnh, đấu tranh sinh học trong phòng chống sâu bệnh...

Mối quan hệ giữa đa dạng (phong phú) và ổn định là một vấn đề được bàn đến nhiều. Hệ sinh thái nông nghiệp do muốn đạt năng suất cao ngày càng tiến tới khuynh hướng đơn giản: chuyên canh, độc canh, sử dụng các giống năng suất cao thuần nhất về di truyền... làm như vậy, hệ sinh thái mất cả tính đa dạng và mất cả tính ổn định. Để tạo được tính ổn định cho hệ sinh thái không nhất thiết phải tạo sự đa dạng như trong tự nhiên. Theo Bunting, trong nông nghiệp sự đa dạng thường không phải liên hệ với sự tồn tại mà với sự thay đổi.

3. TÍNH CHẤT CỦA HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

Thực tế không ở một ranh giới rõ ràng giữa các hệ sinh thái tự nhiên và các hệ sinh thái nông nghiệp. Tiêu chuẩn để phân biệt một hệ sinh thái tự nhiên với một hệ sinh thái nhân tạo (hệ sinh thái nông nghiệp) là sự can thiệp của con người. Hiện nay con người cũng đã can thiệp vào các hệ sinh thái tự nhiên như rừng, đồng cỏ, ao hồ... để làm tăng năng suất của chúng. Sự can thiệp ấy có lúc đạt đến mức phải đầu tư lao động không kém mức đầu tư trên đồng ruộng, vì vậy rất khó phân biệt một cách rạch ròi giữa một khu rừng tự nhiên có sự điều tiết trong lúc khai thác với một khu rừng trồng, giữa một đồng cỏ tự nhiên có điều tiết với một đồng cỏ trồng, giữa một ao hồ tự nhiên có điều tiết với một ao hồ nhân tạo. Do vậy, giữa các hệ sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nông nghiệp có các hệ sinh thái chuyển tiếp.

Tuy vậy, giữa các hệ sinh thái tự nhiên và các hệ sinh thái nông nghiệp vẫn có những điểm khác nhau cơ bản, nắm được sự khác nhau này mới vận dụng được các kiến thức của sinh thái học chung vào sinh thái học nông nghiệp.

- Các hệ sinh thái tự nhiên có mục đích chủ yếu kéo dài sự sống của các cộng đồng sinh vật sống trong đó. Trái lại, các hệ sinh thái nông nghiệp chủ yếu cung cấp cho con người các sản phẩm của cây trồng và vật nuôi. Ở các hệ sinh thái tự nhiên có sự trả lại hầu như hoàn toàn khối lượng chất hữu cơ và chất khoáng trong sinh khối của các vật sống cho đất, chu trình vật chất được khép kín. Ở các hệ sinh thái nông nghiệp trong từng thời gian sinh khối của cây trồng và vật nuôi bị lấy đi khỏi hệ sinh thái để cung cấp cho con người ở nơi khác, vì vậy chu trình vật chất ở đây không được khép kín.
- Hệ sinh thái tự nhiên là các hệ sinh thái tự phục hồi và có một quá trình phát triển lịch sử. Trái lại hệ sinh thái nông nghiệp là các hệ sinh thái thứ cấp do lao động của con người tạo ra. Thực ra, các hệ sinh thái nông nghiệp cũng có quá trình phát triển lịch sử của chúng trong quá trình phát triển nông nghiệp. Con người, do kinh nghiệm lâu đời đã tạo nên hệ sinh thái nông nghiệp thay chỗ cho hệ sinh thái tự nhiên nhằm đạt năng suất cao hơn. Lao động của con người không phải tạo ra hoàn toàn các hệ sinh thái nông nghiệp mà chỉ tạo điều kiện cho các hệ sinh thái này phát triển tốt hơn theo các quy luật tự nhiên của chúng. Hiện nay con người cũng đã đầu tư vào các hệ sinh thái chuyển tiếp, nhưng ở mức độ thấp hơn các hệ sinh thái nông nghiệp. Lao động đầu tư vào các hệ sinh thái nông nghiệp có hai loại: lao động sống và lao động quá khứ thông qua các vật tư kỹ thuật như máy móc nông nghiệp, hoá chất nông nghiệp... Vật tư nông nghiệp chính là năng lượng và vật chất được đưa thêm vào chu trình trao đổi của hệ sinh thái để bù vào phần năng lượng, vật chất bị lấy đi.
- Hệ sinh thái tự nhiên thường phức tạp về thành phần loài. Các hệ sinh thái nông nghiệp thường có số lượng loài cây trồng và vật nuôi đơn giản hơn. Trong sinh thái học, người ta phân ra các hệ sinh thái trẻ và già. Các hệ sinh thái trẻ thường đơn giản hơn về số loài, sinh trưởng mạnh hơn, có năng suất cao hơn. Các hệ sinh thái già thường phức tạp hơn về thành phần loài, sinh trưởng chậm hơn, năng suất thấp hơn nhưng lại ổn định hơn vì có tính chất tự bảo vệ. Hệ sinh thái nông nghiệp có đặc tính của hệ sinh thái trẻ, do vậy năng suất cao hơn, nhưng lại không ổn định bằng các hệ sinh thái tự nhiên, dễ bị thiên tai hay sâu bệnh phá hoại. Để tăng sự ổn định của các hệ sinh thái nông nghiệp, con người phải đầu tư thêm lao động để bảo vệ chúng.

Ngoài các đặc điểm thể hiện sự khác biệt cơ bản giữa HSTTN và HSTNN đề cập ở trên, các nhà khoa học thuộc SÚAN (Mạng lưới nghiên cứu HSTNN các trường đại học Đông nam Á) khi phân tích HSTNN đã được ra 6 đặc tính cơ bản của HSTNN. Trong đó tính *năng suất* và tính *bền vững* được chú ý nhiều nhất; tính *ổn định*, tính *tự trị*, tính *công bằng* và tính *hợp tác* cũng là những đặc tính được nhiều người quan tâm (Marten và Rambo, 1988). Hai đặc tính khác thường được đề cập gián tiếp là tính *đa dạng* và tính *thích nghi*.

a) Năng suất: Là sản lượng thực của hàng hoá và các dịch vụ của hệ, như số kg thóc/ha/vụ. Một định nghĩa chính thống khác về năng suất là giá trị thực của sản

phẩm trên một đơn vị đầu tư. Thông thường nó được đánh giá bằng sản lượng năm, thực thu, số dư tổng số (*gross margin*). Trong quan niệm của người nông dân, sự khác biệt quan trọng là năng suất trên đơn vị diện tích đối nghịch với năng suất trên đơn vị lao động. Nói chung cần có sự cân nhắc, tính toán giữa việc đạt được sản lượng cao trên đơn vị diện tích và sản lượng cao trên giờ công lao động.

b) Ổn định: Là mức độ duy trì của năng suất trong điều kiện có những dao động nhỏ và bình thường của môi trường. Đặc tính này có thể đánh giá thông qua hệ số nghịch đảo của biến thiên năng suất. Tức là năng suất của hệ được duy trì dù có những dao động với cường độ nhỏ; mức độ biến thiên nhỏ cho thấy tính ổn định cao và ngược lại.

c) Bền vững: Là khả năng duy trì năng suất của hệ khi phải chịu những sức ép (*stress*) hay những cú sốc (*shock*). Stress là những sức ép thường lệ, đôi khi liên tục và tích lũy, nó thường nhỏ và có thể dự báo trước; ví dụ như quá trình mặn hoá tăng lên, sự suy giảm độ phì nhiêu của đất, thiếu các giống chống chịu và công nợ của người dân. Ngược lại, shock là những sức ép bất thường, tương đối lớn và khó dự đoán trước; ví dụ như hạn hán và lũ lụt bất thường, sự phát dịch của một loài sâu bệnh mới hoặc một chính biến quan trọng. Tính chống chịu cũng được xem xét như khả năng duy trì năng suất trong một khoảng thời gian kéo dài. Đáng tiếc là sự đo đếm, đánh giá đặc tính này rất khó và thường chỉ được tiến hành bằng cách so sánh với quá khứ. Thiếu tính chống chịu cũng có thể biểu hiện qua việc giảm năng suất, nhưng thường đến đột ngột, không dự báo trước được.

d) Tự trị: Là mức độ độc lập của hệ đối với các hệ khác để tồn tại. Tính tự trị được xác định như là phạm vi mà hệ có thể hoạt động được ở mức độ bình thường, chỉ sử dụng những nguồn tài nguyên duy nhất mà qua đó hệ thực hiện sự điều khiển có hiệu quả. Tính tự trị đầu tiên đưa ra như một đặc tính xã hội, sau đó được mở rộng cho hệ sinh thái. Rừng mưa nhiệt đới với chu trình dinh dưỡng gần như khép kín, là một hệ sinh thái có tính tự trị cao; đầm lầy vùng cửa sông ven biển phụ thuộc nhiều vào các dòng dinh dưỡng đổ đến từ các hệ khác, là hệ có tính tự trị thấp. Các HSTNN luôn luôn cần các nguồn dinh dưỡng và năng lượng bổ sung từ bên ngoài vào, nên tính tự trị không cao.

e) Công bằng: Là sự đánh giá xem các sản phẩm của HSTNN được phân phối như thế nào giữa những người được hưởng lợi. Tính công bằng có thể được đánh giá bằng phân phối thống kê, hệ số Gini hay đường cong Lorentz.

d) Hợp tác: Được xác định như là khả năng đưa ra các quy định về quản lý HSTNN của hệ xã hội và khả năng thực hiện những quy định đó. Tính hợp tác thể hiện tương quan nhiều chiều, trong đó các cộng đồng đều có tính hợp tác cao trong một số hoạt động phù hợp với lợi ích chung của cộng đồng (như làm hệ thống thủy lợi). Nhìn chung tính hợp tác được duy trì thông qua các tổ chức chính thức như hợp tác xã hoặc thông qua nguyên tắc tín ngưỡng và tập quán địa phương. Các tổ chức, tập quán và nguyên tắc đó thường mang tính lý tưởng hoá hơn là tính khả thi.

Hai đặc tính khác ngày càng được quan tâm là tính *đa dạng* và tính *thích nghi*. Đa dạng là số lượng các loài hay giống khác nhau trong thành phần của hệ. Nhiều nhà sinh thái học cho rằng tính đa dạng cao góp phần vào tạo ra tính ổn định cao của hệ sinh thái, nhưng hiện nay quan niệm này đang bị nghi ngờ. Tuy nhiên, trên quan điểm quản lý tài nguyên, tính đa dạng là một chỉ tiêu quan trọng, cho phép hạn chế rủi ro cho người nông dân và duy trì được chế độ tự túc ở mức tối thiểu khi nhiều hoạt động của họ bị thất bại. Tính thích nghi liên quan tới khả năng phản ứng

của hệ với những thay đổi môi trường nhằm đảm bảo sự tồn tại liên tục cho hệ. Hiển nhiên nó có liên quan chặt chẽ với các khái niệm về tính ổn định và tính chống chịu. Sự thích nghi đảm bảo cho HSTNN có khả năng phản ứng lại những nhiễu loạn bằng cách giữ cho hệ hoạt động và cho năng suất ở mức chấp nhận được. Tuy nhiên, tính thích nghi không đồng nhất với tính chống chịu. Một hệ có tính chống chịu cao trong một môi trường ổn định, nhưng lại thiếu khả năng biến đổi. Điều này khiến cho tính đa dạng là một yếu tố quan trọng trong tính thích nghi; tính đa dạng cung cấp một biên độ lựa chọn lớn để thay đổi cho phù hợp khi cần thiết.

Bảng 4. Đánh giá các tính chất HSTNN Trung du Bắc Việt Nam

(Nguồn: Lê Trọng Cúc và Rambo, 1990)

	Năng suất	Ổn định	Chống chịu	Tự trị	Hợp tác	Công bằng
Lúa nước	Đơn vị diện tích cao, đơn vị lao động thấp	Trung bình	Cao	Trung bình	Cao	Trung bình
	Sức kéo trâu bò, lao động, phân hoá học, hữu cơ	Lũ lụt, hạn hán, sâu bệnh	Duy trì độ phì nhiêu của đất, độc tố nhôm, sự kháng thuốc của côn trùng	Sự phụ thuộc vào phân hoá học và thuốc trừ sâu, giống mới	Quản lý thủy lợi, bố trí thời vụ của hợp tác xã	Các diện tích khác nhau phân bổ cho các gia đình
Vườn nhà	Đơn vị diện tích trung bình, đơn vị lao động cao	Cao	Cao	Cao	Thấp	Cao trung bình
	Cung cấp đủ phân chuồng và phân hoá học	Hệ đa canh và di truyền cao	Chu trình dinh dưỡng, tốc độ xói mòn thấp	Sản phẩm sơ cấp cho sự tiêu thụ của gia đình, nhu cầu ngoài vào ít	Hộ gia đình quản lý	Chỉ có một số gia đình có chỗ thích hợp để làm ao cá
Vườn chè	Đơn vị diện tích trung bình, đơn vị lao động cao	Cao	Trung bình	Thấp	Thấp	Thấp
	Thu hái là lao động nặng nhọc vào ban ngày	Kháng thuốc cao	Xói mòn thấp, cần cung cấp thêm dinh dưỡng khi thu hái	Sản phẩm thu hoạch phụ thuộc vào thị trường ngoài	Hộ gia đình quản lý	Giá đầu tư cơ bản kiến thiết đồi chè cao
Đôi sắn	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động cao	Cao	Thấp	Cao	Thấp	Cao

	Cho sản lượng cao trên đất tốt, đất đồi xói mòn	ít có vấn đề sâu bệnh, sản lượng ổn định, dao động ít	Tốc độ xói mòn cao	Sản phẩm tự cấp không đầu tư bên ngoài	Hộ gia đình quản lý, xói mòn đất có thể huỷ hoại ruộng lúa của hộ gia đình khác	Có thể trồng trên đất hoang không cần dụng cụ hoặc đầu tư đặc biệt
Đồi cọ	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động cao	Cao	Cao	Thấp	Thấp	Thấp
		Cây lâu năm	Xói mòn làm giảm chất dinh dưỡng	Sản phẩm hạn chế thị trường	Hộ gia đình quản lý	Chỉ có một số hộ gia đình có đất trồng cọ thích hợp
Cây nguyên liệu giấy	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động cao	Cao	Trung bình	Thấp	Thấp	Thấp
	Công lao động chính là công trồng	Cây chịu hạn và sâu bệnh một khi đồi trống	Suy yếu dinh dưỡng lâu dài do khai thác xuất khẩu	Sản phẩm bán với quy định thấp cho người mua độc quyền	Hộ gia đình quản lý, cần nhiều hoá chất có khi làm ảnh hưởng mùa màng nhà bên cạnh	Chỉ có một số hộ gia đình có đủ đất và lao động để trồng cây
Chăn nuôi gia súc	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động trung bình	Thấp	Trung bình	Trung bình	Thấp	Thấp
	Thu lượm thức ăn và chăm sóc trâu bò là công việc nặng nhọc ở nơi đất đai hạn chế	Nguy cơ đối với bệnh tật và thiếu thức ăn cao	Chăn thả quá mức làm giảm nguồn thức ăn, tăng xói mòn	Cần tiêm phòng và phục vụ thú y	Phá hoại ruộng hàng xóm, cạnh tranh với tài nguyên xã hội chung	Chỉ có những hộ khá giả mới có khả năng đầu tư, gặp rủi ro khác

Các đặc tính nêu trên là những chỉ tiêu chính dùng để đánh giá một HSTNN. Về thực chất, bản thân các chỉ tiêu này không đặc trưng cho mục tiêu hay kết quả đúng như mong muốn. Năng suất cao không phải lúc nào cũng tốt hơn năng suất thấp; tính tự trị cao cũng chưa hẳn là luôn luôn tốt hơn tính tự trị thấp. Các mục tiêu của từng HSTNN là do con người áp đặt theo khái niệm của các giá trị văn hoá và sự nhận thức về quyền lợi cá nhân hay quyền lợi cộng đồng.

4. MỐI QUAN HỆ GIỮA HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP VÀ HỆ THỐNG XÃ HỘI

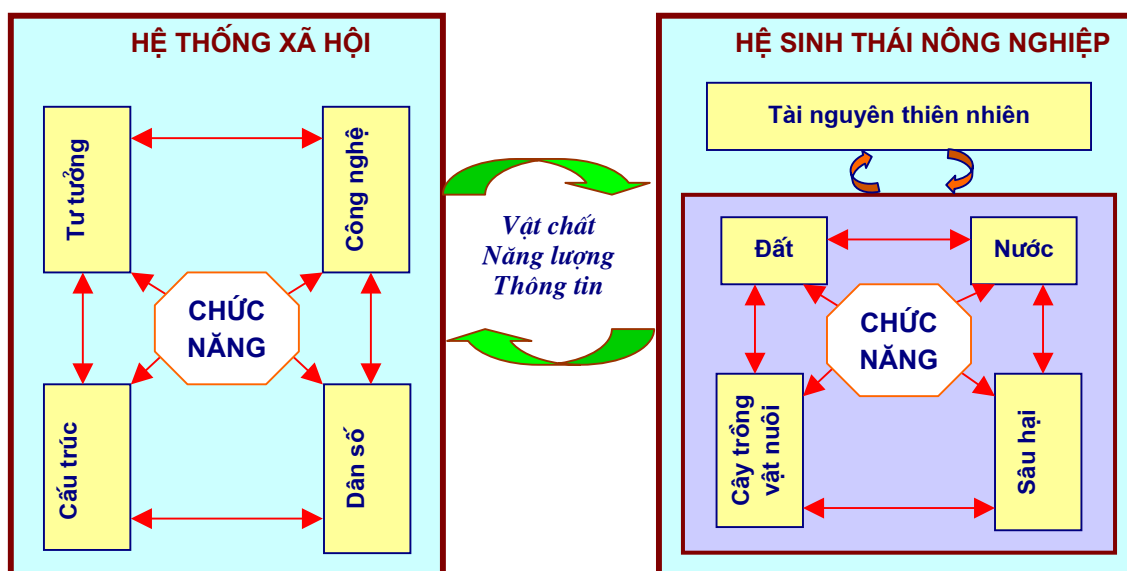
Về hệ sinh thái, chúng ta đã có dịp đề cập đến ở các phần trước, ở đây chỉ xin nhắc lại là, hệ sinh thái là một hệ chức năng, bao gồm các nhân tố vô sinh và sinh vật luôn luôn tác động tương hỗ với nhau làm thành một hệ thống động thái thống

nhất. Hoạt động của hệ sinh thái tuân theo các quy luật chung của lý thuyết hệ thống.

Hệ xã hội được hình thành trên cơ sở các yếu tố: dân số, khoa học-kỹ thuật, phong tục tập quán, tín ngưỡng, văn hóa, chuẩn mực đạo đức, thể chế và cơ cấu xã hội (xem chương I).

Những mối quan hệ tương tác giữa hệ xã hội và hệ sinh thái thể hiện dưới dạng năng lượng, vật chất và thông tin giữa hệ xã hội và hệ sinh thái. Những dòng vật chất này ảnh hưởng đến cơ cấu và chức năng của từng hệ thống. Ví dụ, hệ xã hội cần dòng năng lượng từ hệ sinh thái dưới dạng thức ăn cho con người, nhiên liệu cho đun nấu và các hoạt động sản xuất khác. Những dòng vật chất này có ảnh hưởng đến dân số và sự phân bố dân cư. Đến lượt mình, hệ xã hội lại đưa dòng vật chất vào hệ sinh thái dưới dạng chất thải và các chất gây ô nhiễm. Các chất thải này ảnh hưởng đến sự cấu thành sinh học của hệ sinh thái, và rồi hệ sinh thái lại ảnh hưởng đến nguồn năng lượng và vật chất được đưa vào hệ xã hội. Do đó, mối quan hệ giữa hệ sinh thái và hệ xã hội là mối quan hệ biện chứng mà trong đó sự thay đổi của hệ thống này ảnh hưởng đến cấu trúc và chức năng của hệ thống khác.

Dân số và cấu trúc dân số là những yếu tố cực kỳ quan trọng trong tác động của hệ xã hội đối với hệ sinh thái. Dân số đông và mật độ dân số cao gây tác động đến môi trường mạnh mẽ hơn dân cư ít và thưa thớt.



Hình 40. Tương tác giữa hệ thống xã hội và hệ sinh thái nông nghiệp (Nguồn : A.T.Rambo, 1984)

Kỹ thuật cũng là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến mối tương tác giữa con người và môi trường. Trình độ nhận thức, tín ngưỡng và phẩm chất đạo đức là các lĩnh vực tư tưởng của hệ xã hội điều khiển hành vi của con người trong cách ứng xử với môi trường. Qua nhiều thế kỷ, người nông dân các miền châu thổ đã tích lũy được rất nhiều kinh nghiệm thâm canh lúa nước, nhờ thế họ duy trì được năng suất lúa cao và ổn định. Nhưng chính họ lại không quen với canh tác trên đất dốc, nơi họ mới đến định cư sau này. Hơn nữa, họ đã quen coi gạo tẻ là nguồn lương thực chính. Điều này giúp họ tập trung mọi nỗ lực vào việc nâng cao năng suất lúa trên các thung lũng nhỏ hẹp của miền núi; còn ngô và sắn là cây lương thực trên đất dốc chỉ được họ coi là một thứ ăn dặm, và do đó họ không mấy quan tâm đến việc quản lý nương rẫy trên các sườn dốc. Do quan điểm và cách sử dụng và quản lý các nguồn

tài nguyên của người nông dân vùng đồng bằng không mấy phù hợp với môi trường vùng cao, nên đã dẫn đến sự suy giảm năng suất trong thời gian trước mắt, và sự suy thoái môi trường nghiêm trọng về lâu dài. Thể chế và cơ cấu xã hội giữ vai trò quan trọng trong việc điều chỉnh các mối quan hệ giữa con người và môi trường. Cùng số dân như nhau, nhưng sẽ gây ra những tác động khác nhau đến hệ sinh thái, điều này hoàn toàn phụ thuộc vào các thể chế xã hội.

Mặc dù các yếu tố kinh tế xã hội không phải là thành phần hay đối tượng nghiên cứu của sinh thái học nông nghiệp nhưng do mối liên hệ qua lại mật thiết giữa hệ thống xã hội và hệ sinh thái nên chúng ta không thể chỉ đề cập đến hệ sinh thái nông nghiệp một cách đơn lẻ trong các chương trình phát triển. Để nâng cao năng suất cây trồng, vật nuôi trong trạng thái ổn định thì ngoài việc vận hành các hệ sinh thái nông nghiệp hoạt động theo các nguyên lý sinh thái học vấn đề cần thiết còn đặt ra là hệ thống này vận hành phù hợp với quy luật kinh tế xã hội của địa phương.



Tóm tắt

- Hệ sinh thái nông nghiệp là hệ sinh thái do con người tạo ra và duy trì dựa trên cơ sở các quy luật khách quan của tự nhiên, với mục đích thoả mãn nhu cầu nhiều mặt và ngày càng tăng của mình. HSTNN là một hệ sinh thái tương đối đơn giản về thành phần và đồng nhất về cấu trúc, cho nên kém bền vững, dễ bị phá vỡ; hay nói cách khác, hệ sinh thái nông nghiệp là những hệ sinh thái không khép kín trong chu chuyển vật chất, chưa cân bằng. Bởi vậy, các HSTNN được duy trì trong sự tác động thường xuyên của con người để bảo vệ hệ sinh thái mà con người đã tạo ra và cho là hợp lý. Nếu không, qua diễn thể tự nhiên, nó sẽ quay về trạng thái hợp lý của nó trong tự nhiên.
- HSTNN là một hệ thống có thứ bậc. Nó là một hệ thống lớn có chứa các hệ thống phụ như hệ sinh thái ruộng cây trồng, hệ sinh thái chăn nuôi, v.v... và đến lượt mình, hệ sinh thái nông nghiệp lại là thành phần của các hệ lớn hơn. HSTNN có thể xác định tại rất nhiều mức độ tổ chức khác nhau. Đơn vị thuận lợi nhất cho quan sát và phân tích là hệ sinh thái ruộng cây trồng. Các khu đồng ruộng sẽ thuộc cùng một hệ sinh thái nông nghiệp nếu đặc tính đất đai và chế độ quản lý tương tự nhau. Những khu vực lớn hơn, bao gồm nhiều nhiều ruộng cây trồng nhưng có các đặc tính sinh thái tương đồng thì được gọi là vùng sinh thái nông nghiệp. Hệ thống lớn này có thành phần cơ bản là các cây trồng và vật nuôi tương tác với nhau và đặt dưới sự quản lý của con người trong điều kiện vật tư, công nghệ và ảnh hưởng cụ thể bởi chính sách quốc gia và thị trường trong khu vực.
- HSTNN có 6 đặc tính quan trọng thường được sử dụng để phân tích, so sánh giữa các HSTNN với nhau, đó là: tính năng suất, tính ổn định, tính chống chịu, tính tự trị, tính công bằng và tính hợp tác. Ngoài ra, gần đây hai đặc tính khác là tính đa dạng và tính thích nghi cũng đang được quan tâm.
- Hoạt động trao đổi vật chất và năng lượng trong hệ sinh thái nông nghiệp bao gồm 2 quá trình chính: (i) quá trình tạo năng suất sơ cấp (sản phẩm trồng trọt) của ruộng cây trồng và (ii) quá trình tạo năng suất thứ cấp (sản phẩm chăn nuôi) của khối chăn nuôi. Trong năng suất thứ cấp thực ra phải tính cả sự tăng dân số và tăng trọng lượng của con người.
- Hệ sinh thái nông nghiệp chỉ bao gồm các thành phần tự nhiên như đất, nước, cây trồng, vật nuôi và động thực vật hoang dại. Tuy nhiên, trong thực tế hệ sinh thái nông nghiệp tồn tại song song và chịu ảnh hưởng trực tiếp của hệ thống kinh tế-xã hội như thể chế, chính sách, văn hoá, tập quán canh tác, thị trường, v.v... Cả hai hệ thống này làm thành một hệ thống mới, đó chính là hệ thống nông nghiệp. Vì vậy, khi nghiên cứu phát triển nông nghiệp cần xem hệ sinh thái nông nghiệp như một hệ thống có thứ bậc, đặt trong mối tương tác với điều kiện kinh tế xã hội cụ thể của địa phương.

Câu hỏi ôn tập

1. Hệ sinh thái nông nghiệp là gì? Tại sao lại phải xem xét các hệ thống sản xuất nông nghiệp theo quan điểm sinh thái học?
2. Tại sao phải coi hệ sinh thái nông nghiệp dưới góc độ hệ thống?
3. Phân tích cấu trúc thứ bậc của một hệ sinh thái nông nghiệp điển hình?
4. Các đặc điểm của một hệ sinh thái nông nghiệp là gì?
5. Mô tả hoạt động của một hệ sinh thái nông nghiệp điển hình?
6. Hệ sinh thái nông nghiệp có quan hệ với hệ thống xã hội như thế nào?

TÀI LIỆU ĐỌC THÊM

Cao Liêm -Trần Đức Viên, 1990

Sinh thái học nông nghiệp và Bảo vệ môi trường (2 tập). Nhà xuất bản Đại học và Giáo dục chuyên nghiệp. Hà Nội.

Trần Đức Viên, Phạm Văn Phê, 1998.

Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

R.C. Conway, 1986.

Agricultural ecology and farming systems research. In *Agricultural Research for Developing countries*. ACIAR, Canberra, Australia.

Joy Tivy, 1990.

Agricultural Ecology. Longman Group Publisinh House.