

CHƯƠNG 3. CHU TRÌNH SINH ĐỊA HÓA (Chu trình các chất khoáng trong hệ sinh thái)

3.1. MỞ ĐẦU

Định nghĩa. Thuật ngữ chu trình của các chất khoáng biểu thị sự vận động lặp lại có tính chu kỳ của chúng.

Có 3 chu trình: địa hóa¹, sinh địa hóa², sinh hóa³ hay chu trình bên trong.

1. Chu trình địa hóa. Đó là chu trình vận động của các nguyên tố hóa học giữa các hệ sinh thái.

Ví dụ:

1. CO₂ từ rừng ⇒ hệ sinh thái đô thị ⇒ rừng.
2. Lưu huỳnh từ đất liền ⇒ trầm tích ở đáy biển ⇒ rừng.

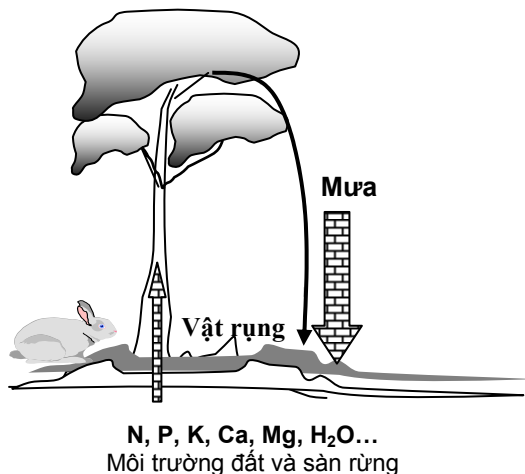
Đặc điểm

- + Thời gian dài, nhưng cũng có thể ngắn.
- + Phạm vi rất rộng.

2. Chu trình sinh địa hóa. Đó là chu trình vận động của các chất khoáng xảy ra giữa các sinh vật và môi trường bên trong phạm vi của một hệ sinh thái.

Đặc điểm: Thời gian vận động (chu chuyển) ngắn và phạm vi vận động hẹp.

Ví dụ: N, K, P, Ca từ đất ⇒ Cây ⇒ vật rụng ⇒ đất ⇒ cây



SƠ ĐỒ CHU TRÌNH SINH ĐỊA HOÁ

3. Chu trình sinh hóa. Đó là chu trình vận động của các chất khoáng xảy ra giữa các bộ phận khác nhau của sinh vật.

Đặc điểm: Thời gian vận động ngắn hoặc dài; phạm vi vận động hẹp.

Ví dụ: N, Ca, K từ lá già ⇒ chồi và lá non.

3.2. CHU TRÌNH ĐỊA HÓA

¹ Geochemical cycle

² Biogeochemical cycle

³ Biochemical cycle

Định nghĩa. Chu trình địa hóa (hay còn gọi là chu trình địa chất) diễn ra sự trao đổi các chất giữa các hệ sinh thái khác nhau.

3.2.1. Chu trình của các chất khí

a. Chu trình lưu huỳnh

- ☐ Phần nhập (Inputs): sự phong hóa đá; dạng khí SO_2 ; dạng sun phat (SO_4^{2-}) trong dung dịch.
- ☐ Phần mất mát (Outputs): dạng các ion hòa tan trong nước suối, sông, hồ và thể khí.

b. Chu trình CO_2

- ☐ Phần nhập: Động đất, núi lửa, cháy rừng, tàn dư hữu cơ...; công nghiệp, hoạt động nông – lâm; sinh hoạt của người và động vật và hô hấp của đất...
- ☐ Phần xuất: Nước biển; quang hợp của thực vật...

3.2.2. Chu trình trầm tích

Phần lớn vật chất tham gia vào chu trình địa hóa theo kiểu trầm tích. Chu trình trầm tích phụ thuộc vào đặc điểm vật lý và hóa học của nguyên tố hóa học, vai trò của sinh vật và bản chất của môi trường.

Các cơ chế của chu trình địa hóa

a. Cơ chế khí tượng: Phần nhập: bụi và mưa. Phần xuất ra: xói mòn và vận động của gió...

b. Cơ chế sinh học: Hoạt động của một số động vật; các hoạt động nông - lâm nghiệp.

c. Cơ chế địa chất. Phần nhập: Sự phong hóa các loại đá và cơ chất của đất; các chất khoáng hòa tan trong dung dịch đất và nước. Phần xuất: Các chất hòa tan trong dung dịch đất và nước bề mặt và xói mòn đất.

Lưu ý:

- ☐ Lượng đạm bị rửa trôi vào dòng nước luôn nhỏ hơn lượng đạm do mưa cung cấp;
- ☐ Phốt pho và kali cũng bị mất mát rất ít;
- ☐ Canxi và magiê bị mất mát một lượng đáng kể trong hệ sinh thái rừng ôn đới, nhưng ở các hệ sinh thái rừng nhiệt đới chúng lại được tích lũy đáng kể.

3.3. CHU TRÌNH SINH ĐỊA HÓA

Chu trình sinh địa hóa là sự trao đổi theo chu kỳ liên tục của các nguyên tố hóa học giữa sinh vật và môi trường vô cơ trong một hệ sinh thái.

3.3.1. Sự hấp thụ các chất khoáng bởi thực vật

Cơ chế: Rễ hấp thụ trực tiếp các chất khoáng từ dung dịch đất; Lá cây cũng có thể hấp thụ chất khoáng.

a. Sự hấp thụ chất khoáng từ dung dịch đất

Các nhân tố ảnh hưởng:

- ☐ tốc độ khuếch tán của các chất khoáng bao xung quanh hạt đất đến rễ cây;
- ☐ tốc độ di chuyển của nước chứa chất khoáng bao xung quanh hạt đất đến rễ cây;
- ☐ tốc độ sinh trưởng của hệ rễ cây;
- ☐ nồng độ của dung dịch;
- ☐ hàm lượng nước trong đất;
- ☐ kiểu rễ cây.

b. Dinh dưỡng rễ nấm. Dinh dưỡng của thực vật với sự giúp đỡ của mối quan hệ với nấm rễ được gọi là dinh dưỡng rễ nấm. Mối quan hệ của rễ cây với nấm được gọi là nấm rễ (*Mycorrhiza*).

Các kiểu rễ nấm

- ☐ Ngoại sinh: Nấm bám trên hệ rễ cây và sống trong khe hở các tế bào,
- ☐ Nội sinh: Nấm xâm nhập vào các mô tế bào thực vật.

Vai trò của rễ nấm đối với thực vật

- ☐ Cung cấp CO₂ và axit hữu cơ đơn giản cho cây.
- ☐ Phân giải mùn thành hợp chất mà cây dễ hút;
- ☐ Hệ lông tơ của nấm có thể thu hút chất dinh dưỡng ở thể amino axit, lân ở dạng khó tan cho cây trồng.
- ☐ Cung cấp nguồn N khá lớn cho cây.
- ☐ Tạo ra diện tích bề mặt rễ cây tiếp xúc với dung dịch đất
- ☐ Vận chuyển chất dinh dưỡng từ dung dịch vào tế bào rễ cây,
- ☐ Hấp thụ nước, CO₂ và dinh dưỡng trong điều kiện đất có độ phì kém.

Vai trò của cây đối với rễ nấm: Cung cấp chất dinh dưỡng N, P, K cho nấm.

3.3.2. Sự phân bố chất khoáng trong cây

Khi các chất khoáng được cây hấp thụ, chúng được vận chuyển đến các cơ quan khác nhau của cây để sử dụng vào quá trình chuyển hóa và dự trữ. Sự phân bố chất khoáng trong các bộ phận của cây thay đổi tùy theo loài cây, tuổi cây, lập địa và vị trí lá trên thân cây.

3.3.3. Sự mất mát các chất khoáng từ thực vật

Nguyên nhân

- ☐ Rửa trôi do mưa và gió,
- ☐ Thức ăn cho sinh vật dị dưỡng,
- ☐ Rơi rụng các cơ quan già:
- ☐ Cây trả lại đất Ca, K, P, N...: 70 - 90% theo nhu cầu
- ☐ Tổng lượng đào thải: 57-62%,
- ☐ Phần hiện còn trên cây đứng là 38 -43%. P
- ☐ Phần chất khoáng trả lại sàn rừng trung bình: đạm - 86 đến 90%, các chất tro - 83 đến 89%.
- ☐ Những tác động cơ giới khác...

✂ Lượng vật rụng phụ thuộc vào:

- ☐ Kiểu rừng:

- ☐ Rừng lá kim ôn đới: 1-500 tấn/ha;
- ☐ Rừng khô rụng lá: 0-50 tấn/ha;
- ☐ Rừng tự nhiên nhiệt đới: 1-11 tấn/hă
- ☐ Rừng trồng nhiệt đới: 10-30 tấn/ha
- ☐ Tuổi rừng.
- ☐ Mùa trong năm.

3.3.4. Sự phân giải vật rụng

1. Ý nghĩa

- ☐ Cung cấp năng lượng cho sinh vật hoại sinh;
- ☐ Trả lại các chất khoáng cho sà rừng;
- ☐ Tạo mùn cho quá trình hình thành đất;
- ☐ Điều chỉnh sự thu nhận các chất khoáng vào đất;
- ☐ Nâng cao tái sinh và sinh trưởng của rừng;
- ☐ Điều chỉnh thành phần không khí.

2. Điều kiện ảnh hưởng

- ☐ Kiểu rừng,
- ☐ Hệ động vật và vi sinh vật đất,
- ☐ Loại vật rụng,
- ☐ Kết cấu vật chất chứa trong vật rụng,
- ☐ Điều kiện môi trường vật lý...

3. Phương pháp đánh giá tốc độ phân giải vật rụng

- ☐ Sử dụng tỷ lệ C/N: C/N cao $\Rightarrow$ sự phân giải vật rụng chậm, và ngược lại.
- ☐ Số lượng vi sinh vật: Nhiều vi sinh vật $\Rightarrow$ hàm lượng N cao, do đó C/N thấp. Đất ít vi sinh vật và chua thì tỷ lệ C/N cao.

3.4. CHU TRÌNH SINH HÓA

1. Định nghĩa. Chu trình sinh hóa là sự phân bố lại các chất khoáng trong cơ thể sinh vật (thực vật, động vật).

2. Vai trò của chu trình sinh học: Bảo tồn các chất khoáng và tiết kiệm và cung cấp dinh dưỡng cho cây.

✎ **Ví dụ:** Ở lập địa có bốn phân, rừng mưa Jamaica có thể chuyển N từ lá già đến lá non ước tính là 14%, 19% trên lập địa phân bố ở nơi thấp, 50% trên lập địa không có bốn phân và 65% trên lập địa phân bố ở nơi cao (Tanner, 1980).

3. Các cơ chế

- ☐ Truyền lại các chất khoáng từ lá già sắp bị đào thải
- ☐ Kéo dài thời gian sinh trưởng trong năm để tăng khả năng hấp thụ chất khoáng
- ☐ Bảo tồn N trong các mô lá

3.5. CHU TRÌNH ĐẠM

Sản lượng thuần của rừng bị giới hạn bởi sự thiếu hụt nitơ. Những con đường vận chuyển đạm chủ yếu: chu trình địa hóa học và sinh địa hóa học.

1. Chu trình địa hóa học

- ☐ Đạm tồn tại trong không khí ở dạng N_2 , NH_3 , iôn NO_3^- và NH_4^+ .
- ☐ Thực vật có thể hấp thụ trực tiếp qua lá 10% NH_3

- Các ion NO_3^- và NH_4^+ xâm nhập vào hệ sinh thái thông qua mưa rơi
- Hoạt động của núi lửa và công nghiệp...

2. Chu trình sinh địa hóa học

- Sự cố định đạm bởi vi khuẩn cố định đạm và tảo lam,
- Sự liên kết nitơ của vi khuẩn nốt sần,
- Sự cung cấp nitơ bởi các thành phần của chuỗi dinh dưỡng,

Ví dụ:

1. Vi sinh vật cố định hàng năm trên đất liền ước tính là 98 triệu tấn.
2. Tốc độ cố định N của các rừng trồng nhiệt đới hình thành từ cây cố định N trung bình đạt 50-150 kg/ha/năm.

Những con đường hao hụt đạm

- Quá trình khử nitơ, trong đó NO_3^- có thể chuyển thành NO_2^- , NO, N_2O , N_2 hoặc NH_3 . Sự khử nitơ có thể dẫn đến làm mất 50% nitơ được đưa vào đất.
- Nitơ ở dạng N_2O , N_2 và NH_3 có thể bị mất mát từ chu trình sinh địa hóa.

Một số loài cây có khả năng cố định Nitơ: Đậu xanh, Đậu tương, Keo đậu, Muồng hoa vàng, Keo lá tràm, So đũa...

3.6. CHU TRÌNH DINH DƯỠNG CỦA RỪNG NHIỆT ĐỚI

- Trong vùng ôn đới lạnh, phần lớn chất hữu cơ và chất khoáng chứa trong đất.
- Ở vùng nóng ẩm nhiệt đới, phần lớn các chất này nằm trong sinh khối và tuần hoàn trong giới hạn phân hữu cơ của hệ sinh thái (bảng 3.2).

Bảng 3.2. Sự phân bố đạm trong rừng ôn đới và nhiệt đới
(Theo Odum, 1975)

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

✎ Vì sao rừng nhiệt đới vẫn sinh trưởng tốt ngay trên đất nghèo ?

1. Nhờ hệ rễ phát triển dày đặc gần mặt đất (Hệ rễ rừng Amazon chiếm 60% tổng sinh khối của rừng).
2. Chu trình khoáng trực tiếp xảy ra từ vật rụng đến hệ rễ thông qua rễ nấm.
3. Chất khoáng được giữ lại trong cây bởi chu trình sinh hóa một cách rất hiệu quả. Ngoài ra, nhiều loài cây còn chứa những độc chất (các phitônxit) để chống lại sinh vật dị dưỡng.
4. Nhiều loài cây có khả năng sống bình thường trong điều kiện đất chua. Sự thích nghi của thực vật nhiệt đới với loại đất nghèo này biểu hiện ở chỗ hệ lá rất nhiều, lá dày và thường xanh, chu trình sinh hóa diễn ra rất hiệu quả.
5. Rừng có cấu trúc nhiều lớp tán, có nhiều thực vật phụ sinh, nhiều loài vi sinh vật sống cộng sinh với cây gỗ.
6. Rừng có nhiều vật rụng. Các vật rụng này bị phân giải rất nhanh, sau đó được hệ thực vật cố định cũng rất nhanh.

✎ Những điều cần lưu ý

- Năng suất rừng mưa nhiệt đới cao là do sự quay vòng nhanh của các chất khoáng.
- Sự khoáng hóa nhanh lại dẫn đến đất bị rửa trôi.

- ☐ Khai thác trắng và phá hủy lớp phủ thực vật rừng nhiệt đới sẽ dẫn đến đất nghèo.
- ☐ Nguyên nhân: mưa lớn và nhiệt độ cao.

3.7. ẢNH HƯỞNG CỦA KINH DOANH RỪNG ĐẾN CHU TRÌNH SINH ĐỊA HÓA HỌC

Những tác động của nhà lâm học

- ☐ Khai thác rừng,
- ☐ Xử lý vật rụng và các phế thải sau khai thác,
- ☐ Cải thiện chu trình các chất khoáng,
- ☐ Bón phân và tưới nước,
- ☐ Trồng cây che phủ đất...
- ☐ **Ảnh hưởng của khai thác trắng**
 - ☐ Hao hụt vật chất
 - ☐ Hao hụt đạm ở thể khí thông qua quá trình nitrít hóa
 - ☐ Sau khai thác trắng 10 năm: 1000 kg/ha;
 - ☐ Tốc độ nitrít hóa sau 5 năm là 189 kg/ha.
 - ☐ Giết chết nhiều sinh vật có ích,
 - ☐ Gây ra diễn thế rừng
 - ☐ Làm biến đổi chu trình sinh địa hóa,
 - ☐ Làm giảm sản lượng sơ cấp thuần
 - ☐ Làm thoái hóa đất,
 - ☐ Làm nhiễm bẩn nguồn nước suối, sông và hồ
 - ☐ Tốn thời gian phục hồi lại độ phì của lập địa.

3.8. TÓM TẮT

1. Có ba chu trình vật chất: địa hóa, sinh hóa và sinh địa hóa.
2. Thông qua chu trình sinh hóa và sinh địa hóa, các chất khoáng được cố định trong sinh khối.
3. Lúc đầu thực vật có thể thích nghi với chu trình địa hóa, nhưng sau đó chúng sẽ thích nghi với chu trình sinh địa hóa.
4. Nhờ chu trình sinh địa hóa, thực vật có thể duy trì sự sống bằng các chất khoáng chứa trong vật rụng ở sàn rừng.
5. Bảo vệ cơ chế sinh địa hóa của rừng là hết sức cần thiết
6. Ngày nay nhiều hệ sinh thái rừng bị biến đổi theo chiều hướng ngày càng nghèo kiệt.
7. Sự sống của rừng chỉ tồn tại lâu dài khi chu trình sinh địa hóa được duy trì ổn định.
8. Để nâng cao năng suất của rừng và cải thiện đất nghèo, cần phải trồng cây cố định đạm.