

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

TÀI LIỆU HỌC TẬP

KHOA HỌC ĐẤT CƠ BẢN

**LÊ VĂN DŨ
Khoa Nông Học**

Năm 2009

Chương 1. GIỚI THIỆU KHOA HỌC ĐẤT

Bài 1. Giới thiệu môn học

1. Tổng quan.

1.1 Đất là một tài nguyên tự nhiên.

Đất của chúng ta là một loại tài nguyên tự nhiên có giới hạn, Việt nam chỉ có hơn 33 triệu ha đất tự nhiên. Trong đó đất sử dụng trong nông nghiệp khoảng 10 triệu ha, đất lâm nghiệp khoảng hơn 11 triệu ha, còn lại là đất sử dụng với các mục đích khác.

Do vấn đề tăng dân số, một phần đất, nhất là đất nông nghiệp được chuyển đổi mục đích sử dụng, như đất ở, xây dựng, công nghiệp..., nên diện tích đất nông nghiệp ngày càng giảm, nhất là tỉ lệ diện tích đất/ đầu người.

1.2 Các quan điểm về khoa học đất

- Pedology (phát sinh học đất): ngành khoa học nghiên cứu các yếu tố và tiến trình hình thành đất, bao gồm việc mô tả, giải thích các phẫu diện đất, cá thể đất và các loại đất trên bề mặt vỏ quả đất. Từ pedology được sử dụng đồng nghĩa với khoa học đất và với một tên khác là phát sinh học đất. Vì vậy, phát sinh học đất xem đất là một thực thể tự nhiên.

- Edaphology (thổ nhưỡng học): là ngành khoa học nghiên cứu những ảnh hưởng của đất đến sinh vật, đặc biệt là cây trồng. Các môn học như độ phì nhiêu đất đai, bảo tồn đất nằm trong quan điểm này

1.3 Các định nghĩa về đất. Từ các quan điểm trên nên có 1 số định nghĩa về đất. Đối với nông nghiệp thường định nghĩa đất theo quan điểm thổ nhưỡng học.

2. Vai trò của đất

Trong bất cứ một hệ sinh thái nào, đất cũng đều có 5 vai trò quan trọng nhất. Các vai trò đó là:

2.1. Môi trường sinh trưởng của thực vật

a. Giúp thực vật đứng vững: Đất là nơi bộ rễ cây trồng ăn sâu vào, và giữ cây đứng vững.

b. Cung cấp O_2 và thải khí CO_2 của rễ cây: Sự phát triển của rễ cây phụ thuộc vào tiến trình hô hấp để nhận năng lượng. Do rễ hô hấp nên sẽ nhận khí O_2 và thải khí CO_2 vào đất, đây là vai trò quan trọng của đất đối với rễ.

c. Giữ nước và cung cấp nước: Một vai trò quan trọng khác là đất luôn có độ rỗng nhất định nên có khả năng giữ lại được nước và cung cấp cho cây trồng.

d. Điều chỉnh ẩm độ và nhiệt độ: Khi ẩm độ đất thay đổi, nhiệt độ đất cũng thay đổi một phần, do đó cũng sẽ ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của rễ.

e. Nơi chứa một số chất gây độc: có nhiều nguyên nhân có thể hình thành nên các chất gây độc cho rễ. Các chất độc này có thể tạo ra bởi con người, rễ cây, vi sinh vật hay do các phản ứng hóa học tự nhiên.

f. Cung cấp các chất dinh dưỡng: đất cung cấp các chất dinh dưỡng cho cây trồng dưới dạng các ion. Con người và động vật sẽ sử dụng các ion này làm thức ăn, vì vậy có thể nói các chất khoáng con người sử dụng gián tiếp thông qua đất. Một vai trò cơ bản của đất trong sự sinh trưởng phát triển của cây trồng là đất có khả năng cung cấp liên tục các chất dinh dưỡng cho cây trồng.

Có khoảng 92 nguyên tố hóa học trong tự nhiên cây trồng có thể hấp thu, trong đó 18 nguyên tố là tối cần thiết.

Các nguyên tố cần thiết được phân loại thành các nhóm sau:

Các nguyên tố cây trồng sử dụng với lượng lớn (>0.1% trọng lượng chất khô)			Các nguyên tố cây trồng sử dụng một lượng nhỏ (<0.1% trọng lượng chất khô)
Từ không khí và nước	Nguyên tố đa lượng	Nguyên tố trung lượng	Nguyên tố vi lượng
Carbon (CO ₂)	Đạm (NO ₃ , NH ₄ ⁺)	Calcium (Ca ²⁺)	Sắt (Fe ²⁺)
Hydrogen (H ₂ O)	Lân (H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻)	Magnesium (Mg ²⁺)	Manganese (Mn ²⁺)
Oxygen (H ₂ O)	Kali (K ⁺)	Sulfur (SO ₄ ²⁻)	Boron (HBO ₄ ⁻)
			Kẽm (Zn ²⁺)
			Đồng (Cu ²⁺)
			Chlorine (Cl ⁻)
			Cobalt (Co ²⁺)
			Molybdenum (MoO ₄ ²⁻)
			Nickel (Ni ²⁺)

Ngoài ra cây trồng còn có thể hấp thu trực tiếp một số ít chất hữu cơ, nhưng phần lớn chất hữu cơ được tổng hợp từ các nguyên tố vô cơ.

2.2. Hệ thống điều hòa chế độ nước

Vai trò chính của đất trong việc điều hòa chế độ nước là giữ nước và lọc nước. Tất cả các nguồn nước của chúng ta đều phải di chuyển qua đất hoặc chảy tràn trên mặt đất. Khi mưa, một phần nước sẽ được đất giữ lại và cây trồng sẽ sử dụng, phần khác sẽ thấm sâu vào đất và đi vào nước ngầm, cuối cùng sẽ đi vào sông. Nếu bị nhiễm bẩn, nước sẽ được lọc thông qua các tầng đất. Ngược lại nếu tầng đất quá nông, hoặc đất không thấm được, phần lớn nước sẽ không thể vào đất, chủ yếu là chảy tràn trên mặt, gây nên hiện tượng xói mòn đất.

2.3. Hệ thống luân chuyển vật chất

Nếu không có sự luân chuyển của vật chất trong tự nhiên, sinh vật sẽ không thể tồn tại. Quả đất được bao phủ bởi một tầng dày các sinh vật, nên quá trình luân chuyển là một quá trình quan trọng nhất. Đất đóng vai trò chính trong quá trình địa hóa học. Đất chuyển hóa các chất hữu cơ thành mùn, biến đổi các chất hữu cơ thành các dạng hữu dụng cho cây trồng và động vật, trả lại carbon vào khí quyển dưới dạng CO₂, CO₂ sẽ được sử dụng bởi các sinh vật thông qua hoạt động quang hợp. Một số loại đất có thể chứa một lượng lớn chất hữu cơ, nên ảnh hưởng rất lớn đến sự thay đổi khí hậu toàn cầu thông qua “hiệu ứng nhà kính”.

2.4. Nơi trú ngụ của sinh vật

Khi chúng ta nói bảo vệ hệ sinh thái có nghĩa là chúng ta phải bảo vệ hàng tỉ sinh vật, bao gồm hàng ngàn loài trên quả đất. Các sinh vật bao gồm từ vi sinh vật đến các động vật lớn. Tất cả đều có vai trò nhất định đến hệ sinh thái.

2.5. Nền tảng xây dựng các cơ sở hạ tầng

Đất là cơ sở, vật liệu chính cho con người xây dựng các cơ sở hạ tầng như nhà cửa, đường sá, sân bay,...

3. Đất là 1 vật thể tự nhiên

Đất là một vật thể tự nhiên có ba chiều: chiều dài, rộng và sâu, tương tự như núi, hồ, thung lũng... Đất gồm các lớp như sau:

3.1. Lớp đất thực: là lớp đá đã bị phong hóa hoàn toàn, không còn mang tính chất cấu tạo của đá, nơi sinh vật có thể sinh sống.

3.2. Lớp mẫu chất: gồm lớp đất thực và mẫu chất (lớp đá đã phong hóa (biến đổi một phần)).

3.3. Đá nền: Phần đá hoàn toàn chưa bị phong hóa.

Đá khi được phơi bày trên bề mặt quả đất, tiếp xúc với khí quyển sẽ bị phân rã thành một vật liệu không còn mang tính chất hoàn toàn của đá. Lớp này được gọi là mẫu chất nằm phía trên đá nền. Mẫu chất có thể bị di chuyển đến nơi khác do nước, gió, trọng lực. Vì vậy mẫu chất có thể có hoặc không liên quan đến đá tại chỗ. Thông qua các quá trình phong hóa và hoạt động của sinh vật, đá, khoáng sẽ biến đổi thành đất. Đất là sản phẩm của quá trình phân hủy và tổng hợp xen kẽ nhau. Sự phân rã các đá, khoáng và sự phân giải các chất hữu cơ là quá trình phân hủy; sự hình thành nên các khoáng mới, mùn là các quá trình tổng hợp của đất. Sự tổng hợp là quá trình hình thành nên các tầng phát sinh của đất.

4. Phủ diện đất và các tầng phát sinh.

4.1 Phủ diện đất: là một hố đào sâu khoảng 1.2m, rộng 1m, bề mặt của các tầng phát sinh của đất phơi bày trên một mặt phẳng thẳng đứng. Trên bề mặt thẳng đứng ta có

thể nhận thấy các tầng phát sinh khác nhau trong một phẫu diện đất. Các tầng này có thể được phân biệt bằng màu sắc, độ chặt, và các tính chất khác.

Các tầng phát sinh có thể có độ dày khác nhau, ranh giới giữa các tầng phát sinh có thể phân biệt rõ ràng hoặc không rõ. Các tầng bên trên là đá bị phong hóa hoàn toàn, phần dưới sâu thường là đá bị phong hóa một phần, gọi là mẫu chất. Mẫu chất có thể là do đá phong hóa tại chỗ, nhưng cũng có thể được mang từ nơi khác đến.

Chất hữu cơ phân giải từ dư thừa thực vật thường được tích lũy trong tầng đất mặt, nên tầng mặt thường có màu tối sậm hơn các tầng bên dưới.

4.2.Các tầng phát sinh: Trong một phẫu diện đất có thể có các tầng phát sinh sau:

-Tên gọi theo danh pháp quốc tế:

- a) Tầng O: là lớp hữu cơ trên mặt đất.
- b) Tầng A: là tầng mặt, chứa nhiều chất hữu cơ.
- c) Tầng E: tầng rửa trôi mạnh nằm ngay bên dưới tầng A, bị rửa trôi mạnh nên thường có màu trắng xám.
- d) Tầng B: là tầng tích tụ các sản phẩm rửa trôi từ các tầng trên xuống.
- e) Tầng C: Tầng mẫu chất.
- f) Tầng R: Tầng đá nền.

Tên gọi thông thường

a. Tầng đất mặt: Tầng A giàu chất hữu cơ thường được gọi là tầng đất mặt. Với đất canh tác, tầng đất mặt thường dày khoảng 12-25cm. Trong trường hợp này, tầng đất mặt được gọi là tầng đất cày, tầng canh tác. Tầng đất cày có thể tồn tại hàng trăm năm, mặc dù không còn canh tác nữa.

Trên đất canh tác, phần lớn rễ cây tập trung trong tầng đất mặt. Tầng đất mặt chứa nhiều chất dinh dưỡng và nước hữu dụng cho cây trồng. Các tính chất hóa học của các chất dinh dưỡng trong lớp đất mặt rất dễ thay đổi bởi sự bổ sung các chất hữu cơ và phân bón. Cấu trúc vật lý của lớp đất mặt rất nhạy cảm với phương pháp quản lý đất đai như phương pháp làm đất, bón phân hữu cơ. Độ dày tầng đất mặt thường có tương quan với khả năng sản xuất của đất.

Duy trì cấu trúc tốt của lớp đất mặt là công việc tối quan trọng trong sản xuất nông nghiệp.

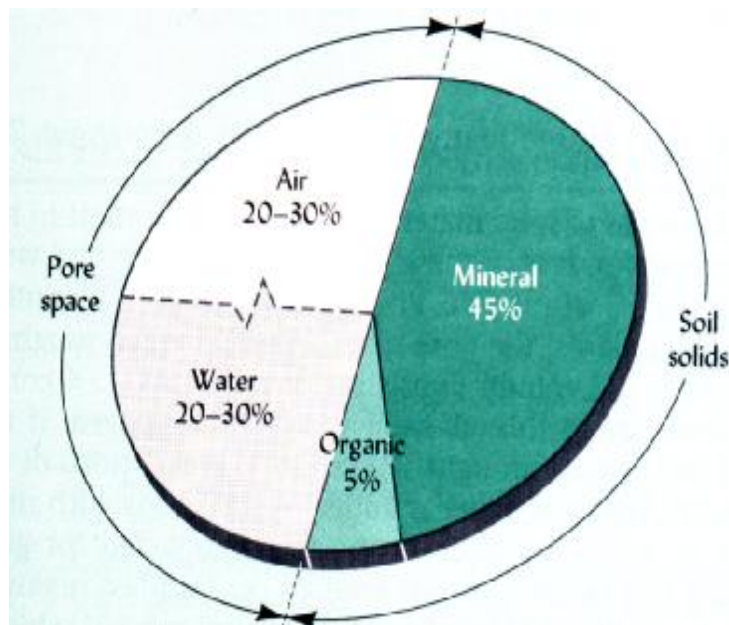
b. Tầng đất sâu: Tầng đất nằm ngay bên dưới tầng đất mặt được gọi là tầng đất sâu. Mặc dù nằm sâu bên dưới nhưng tầng đất này cũng chịu ảnh hưởng rất lớn bởi các kỹ thuật canh tác. Phần lớn nước cung cấp cho cây trồng nằm ở tầng đất sâu này. Một số loại đất có tầng sâu chứa nhiều chất dinh dưỡng. Nhiều loại đất có sự phân chia rõ ràng giữa tầng đất mặt và tầng đất sâu, nhưng có một số loại lại có sự phân chia không rõ ràng, có tính chất tương tự như tầng mặt.

Các tầng đất sâu thường có tính thấm nước kém, cản trở sự phát triển của rễ, tích tụ chất chua, kiềm. Tính thoát nước kém của tầng đất sâu kém có thể làm cho tầng đất mặt bị ngập nước.

Nhiều tiến trình hóa học, sinh học và lý học xảy ra trong tầng đất mặt cũng có thể xảy ra trong tầng sâu. Trong nghiên cứu khoa học đất thường người ta chỉ xem xét độ dày tầng đất thực.

5. Đất: tập hợp của không khí, khoáng chất, nước và sinh vật.

Đất được cấu tạo bởi hai thành phần chính: phần rắn và phần rỗng. Phần rắn bao gồm các chất vô cơ và hữu cơ, phần rỗng chứa nước và không khí. Vì vậy, đất là tập hợp của bốn thành phần tự nhiên: không khí, nước, chất khoáng, và chất hữu cơ. Tỷ lệ của bốn thành phần này có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất và khả năng sản xuất của đất. Trong một loại đất, bốn thành phần này luôn trộn lẫn lẫn nhau, nhưng chúng có thể được diễn tả như sau, theo tỉ lệ thể tích:



5.1. Các thành phần khoáng (vô cơ) của đất.

Ngoại trừ đất hữu cơ, hầu hết các loại đất đều có khung cấu trúc là các hạt khoáng. Các hạt này có kích thước rất khác nhau, từ kích thước rất to như các tảng đá, kích thước trung bình như hòn cuội, những mảnh vỡ của đá, kích thước rất bé như hạt cát, sét. Các hạt to là tập hợp của nhiều loại khoáng khác nhau. Các hạt có kích thước nhỏ hơn thường là các khoáng đơn giản. Vì vậy bất kì một loại đất nào cũng được hình thành từ những hạt có kích thước và thành phần cấu tạo khác nhau.

5.1.1. Kích thước các hạt đất: Các hạt khoáng hiện diện trong đất rất khác nhau về kích thước. Ngoại trừ các mảnh vỡ của đá, các hạt đất có kích thước thay đổi từ 2.0mm-0.002mm.

Trong phạm vi kích thước này, người ta phân loại các cấp hạt như sau:

(1) Hạt cát: có kích thước từ 2-0.05mm, có thể nhìn thấy bằng mắt thường, và có cảm giác nhám thô khi miết giữa các ngón tay. Hạt cát không có tính dính nên chúng thường rời rạc.

(2) Hạt thịt: có kích thước 0.05-0.002mm. Hạt thịt không thể nhìn thấy các hạt riêng rẽ bằng mắt thường, có cảm giác mịn khi miết giữa các ngón tay, nhưng chúng không có tính dính cả khi bị ướt.

(3) Hạt sét: có kích thước <0.002mm, chúng thường dính vào nhau khi ướt và hình thành tảng khi khô.

Trong cấp hạt sét, các hạt có kích thước <0.001mm, được gọi là hạt keo.

(4) Hạt keo: hạt sét có kích thước <0.001mm và các hạt hữu cơ là những hạt có tính keo, và chỉ có thể quan sát bằng kính hiển vi điện tử. Do đó kích thước cực kì nhỏ nên hạt keo có một diện tích bề mặt khổng lồ trên một đơn vị trọng lượng. Do bề mặt hạt keo có mang điện tích nên chúng có thể hấp phụ các ion (+) hoặc (-) và nước. Thành phần keo là yếu tố chính trong các phản ứng lý, hóa học của đất.

Tỷ lệ các thành phần hạt này trong đất được gọi là sa cấu của đất. Các loại sa cấu của đất thường gặp là thịt pha sét, sét pha thịt, thịt pha cát. Sa cấu ảnh hưởng đến rất nhiều tính chất của đất, nên ảnh hưởng rất lớn đến việc sử dụng đất.

Một số tính chất tổng quát của các hạt chính.

Đặc điểm	Cát	Thịt	Sét
1. Đường kính (mm)	2.0-0.05	0.05-0.002	<0.002
2. Quan sát	Bằng mắt thường	Kính hiển vi thường	Kính hiển vi điện tử
3. Loại khoáng	Nguyên sinh	Nguyên sinh và thứ sinh	Thứ sinh
4. Khả năng hấp phụ	Thấp	Trung bình	Cao
5. Khả năng giữ nước	Thấp	Trung bình	Cao
6. Khả năng giữ chất dinh dưỡng	Rất thấp	Thấp	Cao

7. Khi ướt	Rời rạc, nhám thô	Mịn, trơn	Dính
8. Khi khô	Rất rời rạc, nhám thô	Mịn như bột, cục nhỏ	Tảng cứng

Để hiểu được ảnh hưởng của sét đến tính chất đất, chúng ta cần hiểu hàm lượng sét và loại sét. Hàm lượng và loại sét có ảnh hưởng rất lớn đến việc xây dựng cơ sở hạ tầng và cả trong sản xuất nông nghiệp.

5.1.2. Các loại khoáng trong đất: Các loại khoáng trong đất được chia làm hai loại, phụ thuộc vào nguồn gốc hình thành, đó là khoáng nguyên sinh và khoáng thứ sinh.

(1) **Khoáng nguyên sinh:** có thành phần cấu tạo rất ít thay đổi so với dung nham nóng chảy như các khoáng thạch anh, mica, felspar. Chúng chiếm tỉ lệ lớn trong thành phần hạt cát và thịt của đất.

(2) **Khoáng thứ sinh:** như khoáng sét silicate, các oxide sắt được hình thành từ sự phân hủy và phong hóa các khoáng nguyên sinh trong quá trình hình thành đất. Các khoáng thứ sinh chiếm tỉ lệ cao trong thành phần sét và một phần trong thịt.

5.1.3. Vai trò của khoáng:

(1) **Cung cấp chất dinh dưỡng:** các khoáng vô cơ trong đất là nguồn chứa hầu hết các nguyên tố dinh dưỡng tối cần thiết cho thực vật. Mặc dù phần lớn các chất này nằm trong thành phần cấu trúc của khoáng, một phần nhỏ nhưng rất quan trọng của các nguyên tố này ở dạng ion trên bề mặt keo đất. Do cơ chế hấp thu trao đổi nên rễ cây có thể hấp thu các ion bị hấp phụ trên bề mặt keo này.

(2) **Hình thành cấu trúc đất:** Sự sắp xếp các hạt đất tạo nên cấu trúc đất. Các hạt có thể tồn tại tương đối độc lập, nhưng phần lớn chúng liên kết với nhau thành các tập hợp. Các tập hợp này có thể có dạng hình cầu, hình khối, hình phiến, và các dạng khác. Cấu trúc đất có tầm quan trọng không thua kém gì so với sa cấu, cấu trúc đất sẽ khống chế sự vận chuyển của nước và không khí trong đất. Sa cấu và cấu trúc đất ảnh hưởng rất lớn đến tính thích hợp của đất đối với sự sinh trưởng của rễ thực vật.

5.2. Chất hữu cơ trong đất

5.2.1. Sự bổ sung và phân giải chất hữu cơ: chất hữu cơ trong đất bao gồm rất nhiều hợp chất hữu cơ như các sinh vật (sinh khối đất), các hợp chất hữu cơ sản sinh trong các quá trình trao đổi chất trong đất. Xác bã động, thực vật và vi sinh vật liên tục bị phân giải trong đất và các chất mới cũng liên tục được tổng hợp bởi các vi sinh vật khác. Theo thời gian, chất hữu cơ sẽ bị mất dần dưới dạng CO₂ thải ra do quá trình hô hấp của vi sinh vật. Do có quá trình mất carbon như thế nên cần thiết phải có sự bù đắp của dư thừa động, thực vật tươi để duy trì hàm lượng chất hữu cơ trong đất.

Phần lớn CO₂ trong khí quyển được quang hợp bởi thực vật, nên trong điều kiện thực vật phát triển tốt, tốc độ bổ sung nhanh hơn sự giải phóng của vi sinh vật, khi chết thực vật sẽ cung cấp một lượng chất hữu cơ rất lớn cho đất. Do CO₂ là nguyên nhân chính hình thành “hiệu ứng nhà kính”, làm khí hậu trái đất nóng dần lên, nên sự cân bằng giữa sự tích lũy và mất đi của chất hữu cơ thông qua sự hô hấp của vi sinh vật là vấn đề có ý nghĩa toàn cầu. Trong thực tế, lượng Carbon trong đất cao hơn lượng C trong sinh khối thực vật và khí quyển cộng lại.

5.2.2. Vai trò của chất hữu cơ: Tuy chất hữu cơ chỉ chứa một tỉ lệ rất nhỏ trong đất, chỉ chiếm khoảng 1-6% trọng lượng, nhưng ảnh hưởng của chất hữu cơ đến các tính chất của đất rất lớn, các tính chất này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến sự sinh trưởng của thực vật.

(1) Hình thành cấu trúc đất: chất hữu cơ liên kết với các hạt khoáng hình thành nên cấu trúc viên của đất, tạo cho đất có tính tơi xốp. Chất hữu cơ rất có hiệu quả trong việc tạo tính ổn định cấu trúc này do vi sinh vật và rễ thực vật tiết ra các chất có tính keo.

(2) Tăng khả năng giữ nước và dinh dưỡng: chất hữu cơ cũng làm tăng khả năng giữ nước của đất. Ngoài ra chất hữu cơ là nguồn cung cấp chính các chất dinh dưỡng cho thực vật như N, P, S. Khi chất hữu cơ bị phân giải, các chất dinh dưỡng này được giải phóng thành các dạng ion hòa tan cây trồng dễ dàng hấp thu. Cuối cùng, chất hữu cơ, bao gồm dư thừa động, thực vật, là nguồn thực phẩm chính cung cấp C và năng lượng cho vi sinh vật đất. Không có hoạt động hóa sinh quan trọng này, hệ sinh thái đất sẽ ngưng hoạt động.

(3) Mùn: một phức chất hữu cơ có màu đen hay nâu, tích lũy trong đất do chúng khá bền với sự phân giải của vi sinh vật. Sét là thành phần keo của các chất vô cơ, thì mùn thành phần keo của chất hữu cơ. Do mang điện tích trên bề mặt nên mùn và sét chính là cầu nối giữa các hạt của đất, cả hai mùn và sét đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành cấu trúc đất. Điện tích bề mặt của mùn và sét có khả năng hấp phụ và giữ các ion dinh dưỡng và các phân tử nước. Tuy nhiên, khả năng giữ chất dinh dưỡng và nước của mùn cao hơn rất nhiều so với sét tính trên một đơn vị trọng lượng. Khác với sét, mùn còn chứa một số thành phần khác như các chất kích thích sự sinh trưởng của thực vật. Tuy với một hàm lượng rất nhỏ trong đất nhưng mùn có thể kích thích sự gia tăng sinh trưởng của thực vật một cách đáng kể.

5.3. Dung dịch đất

Nước có vai trò cực kì quan trọng trong hệ sinh thái đất. Nước cần thiết cho sự tồn tại và phát triển của thực vật và các sinh vật khác trong đất. Chế độ ẩm quyết định khả năng sản xuất của đất. Sự di chuyển của nước và các chất hòa tan xuyên suốt phẫu

diện đất có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng và hàm lượng tài nguyên nước trong vùng đó. Sự di chuyển của nước trong đất cũng là yếu tố chính trong quá trình hình thành đất. Hai tính chất quan trọng của nước trong đất cần chú ý là:

* Sự di chuyển của nước trong đất phụ thuộc vào khả năng giữ nước trong các tế khổng của đất rất khác nhau tùy thuộc vào hàm lượng nước và kích thích các tế khổng. Sự hấp phụ giữa nước và các hạt đất sẽ hạn chế rất lớn sự di chuyển của nước trong đất.

* Do nước trong đất luôn nhiễm bẩn, chứa hàng trăm chất hữu cơ và vô cơ hòa tan, nên nước trong đất thường được gọi là “dung dịch đất”. Dung dịch đất là nơi chứa các chất dinh dưỡng hòa tan.

5.3.1.Sự di chuyển của nước trong đất: Khi ẩm độ đất thích hợp cho sự sinh trưởng của thực vật, nước trong các tế khổng lớn và trung bình có thể di chuyển và được thực vật hấp thu. Tuy nhiên khi thực vật sử dụng hết loại nước dễ di chuyển này, nước chỉ tồn tại trong các vi tế khổng và trong các màng nước mỏng xung quanh hạt đất. Các hạt đất giữ nước rất chặt, nên thực vật khó có thể hấp thu. Vì vậy không phải tất cả lượng nước trong đất là hữu dụng đối với thực vật. Tùy thuộc vào loại đất, có khoảng 1/4-2/3 lượng nước được giữ trong đất không hữu dụng đối với thực vật.

5.3.2.Dung dịch đất: dung dịch đất chứa một lượng nhỏ nhưng rất có ý nghĩa các hợp chất vô cơ hòa tan. Các hạt keo hữu cơ và vô cơ giải phóng các chất dinh dưỡng vào dung dịch đất, từ đây rễ thực vật sẽ hấp thu. Quá trình này rất có ý nghĩa với thực vật bậc cao và phụ thuộc vào tính chất của dung dịch đất và các hạt keo trong đất.

Một tính chất quan trọng khác của dung dịch đất là độ chua và kiềm của dung dịch đất. Nhiều phản ứng hóa học và sinh học phụ thuộc vào nồng độ ion H^+ và OH^- trong đất. Nồng độ các ion này còn ảnh hưởng đến khả năng hòa tan hay khả năng hữu dụng của nhiều nguyên tố dinh dưỡng đối với thực vật.

Nồng độ ion H^+ và OH^- trong dung dịch đất thường được xác định bằng cách đo pH dung dịch đất. pH được định nghĩa là logarit âm của nồng độ H^+ . pH kiểm soát tính chất của nhiều phản ứng hóa học và sinh học trong đất.

5.4.Không khí trong đất. Các tế khổng trong đất có kích thước rất khác nhau và chứa nước hoặc không khí. Khi đầy nước, không khí sẽ bị đuổi ra ngoài tế khổng, vì vậy hàm lượng không khí trong đất tỉ lệ nghịch với hàm lượng nước. Không khí trong đất có nồng độ O_2 thấp hơn trong khí quyển, ngược lại CO_2 trong đất có nồng độ cao hơn khí quyển, cả hai đều do quá trình hô hấp của sinh vật và rễ thực vật. Các đặc điểm chính của không khí trong đất:

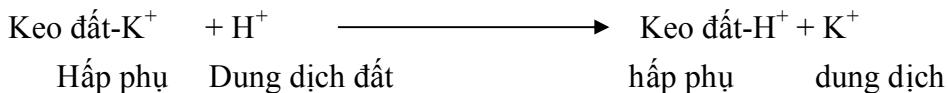
- a. Thành phần khí trong đất khác rất nhiều so với khí quyển do một số khí được sử dụng bởi vi sinh vật và rễ thực vật, đồng thời các sinh vật giải phóng ra một số loại khí khác.
- b. Ẩm độ không khí trong đất thường rất cao (100%), trừ loại đất rất khô.
- c. Nồng độ CO₂ cao hơn hằng trăm lần so với khí quyển.
- d. Nồng độ O₂ thấp, khoảng 5-10% thể tích không khí.

6. Tương tác của các thành phần đất đến sự cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng.

Bốn thành phần chính của đất không tác động riêng rẽ mà luôn có sự tương tác ảnh hưởng đến tính chất của đất. Ví dụ, khi ẩm độ đất thích hợp sẽ ảnh hưởng đến khả năng cung cấp dinh dưỡng của đất, đồng thời kiểm soát hàm lượng không khí trong đất. Các hạt khoáng có khả năng hấp phụ nước nên sẽ quyết định đến khả năng di chuyển và hữu dụng của nước, hợp chất hữu cơ do có tính keo nên ảnh hưởng đến sự hình thành cấu trúc đất và làm tăng độ rỗng của đất, vì vậy sẽ ảnh hưởng đến chế độ nước và không khí trong đất.

6.1. Khả năng hữu dụng của các chất dinh dưỡng trong đất. Bốn thành phần cấu tạo đất tác động rất lớn vào sự cung cấp các chất dinh dưỡng chủ yếu của đất cho thực vật và đây là tiến trình quan trọng nhất. Thực vật hấp thu dinh dưỡng chủ yếu thông qua dung dịch đất. Tuy nhiên nồng độ chất dinh dưỡng trong đất thường rất thấp so với nhu cầu của thực vật. Do đó các chất dinh dưỡng phải được liên tục bổ sung từ thành phần rắn và phân bón.

Phần lớn các chất dinh dưỡng đều nguồn gốc trong thành phần rắn của đất. Nhờ một loạt các tiến trình hóa học và sinh học, các chất dinh dưỡng sẽ được giải phóng ra ngoài dung dịch. Ví dụ, thông qua sự trao đổi ion, các ion Ca²⁺, K⁺ được giải phóng từ bề mặt khoáng sét và mùn. Ví dụ sau đây diễn tả sự trao đổi giữa ion H⁺ và K⁺ trong đất:



Các chất dinh dưỡng cũng được giải phóng vào dung dịch đất do sự phân giải chất hữu cơ của vi sinh vật.

Các loại đất đều chứa một khối lượng rất lớn các chất dinh dưỡng, nhưng phần lớn các chất dinh dưỡng đều bị giữ chặt trong cấu trúc của các khoáng vô cơ và chất hữu cơ.

Chỉ có một tỉ lệ rất nhỏ các chất dinh dưỡng trên bề mặt các keo sét, mùn là hữu dụng tức thời đối với thực vật. Các nguyên tố hóa học trong cấu trúc khoáng và chất hữu cơ chỉ được giải phóng ra dung dịch đất rất chậm thông qua quá trình phong hóa khoáng

vô vơ và phân giải chất hữu cơ. Hàm lượng của 6 nguyên tố dinh dưỡng chính trong đất tầng mặt 15cm được trình bày trong bảng sau:

Nguyên tố	Đất vùng khí hậu ẩm			Đất vùng khô hạn		
	Tổng số (kg/ha)	Trao đổi (kg/ha)	Trong dung dịch (kg/ha)	Tổng số (kg/ha)	Trao đổi (kg/ha)	Trong dung dịch (kg/ha)
Ca	8000	2250	60-120	20000	5625	140-280
Mg	6000	450	10-20	14000	900	25-40
K	38000	190	10-30	45000	250	15-40
P	900	-	0.05-0.15	1600	-	0.1-0.2
S	700	-	2-10	1800	-	6-30
N	3500	-	7-25	2500	-	5-20

6.2.Sự hấp thu dinh dưỡng của rễ cây trồng. Để được thực vật hấp thu các chất dinh dưỡng phải ở dạng hòa tan và tiếp cận tại bề mặt rễ. Tuy nhiên phần rễ tiếp xúc trực tiếp với các hạt đất cũng có thể trao đổi ion trên bề mặt keo đất với ion trên bề mặt màng tế bào rễ. Có ba cơ chế chính giải thích sự di chuyển của chất dinh dưỡng từ đất vào bên trong rễ thực vật:

a. Tiếp xúc trực tiếp: do rễ trao đổi ion trực tiếp khi bề mặt rễ tiếp xúc với bề mặt các hạt keo đất.

b. Dòng chảy khối lượng: các chất dinh dưỡng hòa tan, khi rễ hấp thu nước đồng thời hấp thu các chất hòa tan này.

c. Khuếch tán: sự di chuyển các ion từ nơi có nồng độ cao đến nơi có nồng độ thấp. Khi rễ hấp thu chất dinh dưỡng thì nồng độ các chất dinh dưỡng tại bề mặt rễ giảm rất nhanh, các chất dinh dưỡng từ nơi xa hơn (có nồng độ cao) sẽ di chuyển tiếp cận bề mặt rễ. Sự di chuyển theo cơ chế khuếch tán độc lập với sự di chuyển theo sự di chuyển theo dòng chảy khối lượng. Nhiều yếu tố của đất như độ nén chặt, nhiệt độ thấp, ẩm độ thấp sẽ làm giảm sự cung cấp các chất dinh dưỡng cho rễ thực vật, ngay cả khi hàm lượng các chất dinh dưỡng trong đất vẫn cao. Ngoài ra khả năng hữu dụng của các chất dinh dưỡng cũng ảnh hưởng đến hoạt động của vi sinh vật vùng rễ.

Sự hấp thu dinh dưỡng là một tiến trình trao đổi chất chủ động, nên tất cả các yếu tố hạn chế sự trao đổi chất của rễ đều hạn chế sự hấp thu dinh dưỡng của rễ.

7.Chất lượng, thoái hóa và phục hồi đất.

Đất là tài nguyên cơ bản và có giới hạn của tất cả các hệ sinh thái. Trong lịch sử, con người chúng ta làm hủy hoại đất rất nhanh so với sự hủy hoại tự nhiên. Một số loại đất

bị xói mòn nghiêm trọng, khai thác triệt để.... Hậu quả trên sẽ gây ra sự thoái hóa chất lượng đất.

7.1 Chất lượng đất. Chất lượng đất là chỉ số đo khả năng thực hiện các nhiệm vụ sinh thái học của đất. Chất lượng đất phản ánh tổng hợp các tính chất hóa học, lý học và sinh học. Trong đó có một số tính chất tương đối không thay đổi, các tính chất này thường được dùng để xác định các loại đất riêng biệt, như sa cẩu và thành phần khoáng học của đất. Các tính chất như cấu trúc đất, hàm lượng chất hữu cơ có thể thay đổi bởi kỹ thuật quản lý đất. Các tính chất tương đối dễ thay đổi có thể dùng để đánh giá chất lượng đất so với tiềm năng của chúng, tương tự như độ đục của nước và hàm lượng O₂ dùng để đánh giá chất lượng nước của một dòng sông.

7.2.Sự thoái hóa đất. Khi chế độ quản lý không thích hợp sẽ làm đất thoái hóa nghiêm trọng chất lượng đất dễ bị xói mòn. Một nguyên nhân làm thoái hóa chất lượng đất là sự hóa mặn do tưới tiêu không hợp lý trên các vùng khô hạn. Khi canh tác con người thu hoạch các sản phẩm nhưng không bù lại chất hữu cơ và phân bón, làm lượng chất hữu cơ trong đất sẽ nhanh chóng bị kiệt quệ. Đất nhiễm các độc chất do công nghiệp, hóa chất cũng làm đất bị thoái hóa. Sự thoái hóa do ô nhiễm tuy thường xảy ra cục bộ nhưng tác động rất lớn đến môi trường.

7.3.Sự hồi phục đất. Trong bảo vệ chất lượng đất, điều cần thiết đầu tiên là giữ cho đất không bị thoái hóa. Nhiều vùng đất thoái hóa nhẹ có thể phục hồi chất lượng bằng cách phủ thực vật tự nhiên một thời gian. Sau đó có thể canh tác kết hợp với việc bổ sung chất hữu cơ và phân bón, lọc bỏ các độc chất..., nhưng vùng đất thoái hóa quá nặng, có thể cần phải chuyển mục đích sử dụng.

Câu hỏi ôn tập.

1. Đất là gì? (vật thể tự nhiên, vật liệu xây dựng).
2. Nêu 5 vai trò chính của đất trong một hệ sinh thái. Cho một vài ví dụ sự tương tác giữa các vai trò này.
3. Vẽ sơ đồ 4 thành phần cấu tạo chính của đất. (tính theo tỉ lệ thông thường)
4. Liệt kê các chất dinh dưỡng chính thực vật hấp thu từ đất.
5. Có phải tất cả các nguyên tố hóa học trong thực vật là những chất cần thiết cho sự sinh trưởng? Giải thích.
6. Định nghĩa: sa cẩu đất, cấu trúc đất, pH đất, mùn, phẫu diện đất, tầng B, chất lượng đất, đất thực.
7. Nêu các nguyên nhân thường dẫn đến sự thoái hóa chất lượng đất.

Chương 2. SỰ HÌNH THÀNH ĐÁ TỪ MẪU CHẤT

Bài 1. SỰ PHONG HÓA CÁC LOẠI ĐÁ VÀ KHOÁNG CHẤT

Phong hóa là các quá trình biến đổi vật lý, hóa học của các loại đá và khoáng xảy ra khắp mọi nơi trên quả đất. Phong hóa là sự phá vỡ các đá và khoáng, thay đổi hoặc phá hủy các tính chất vật lý và hóa học của chúng, và mất đi các sản phẩm hòa tan. Sự phong hóa cũng là quá trình tổng hợp các chất mới có ý nghĩa rất lớn trong đất. Tốc độ và kết quả của quá trình phong hóa là một trong những tiêu chuẩn phân loại các đá và khoáng.

I. ĐẶC ĐIỂM CÁC LOẠI ĐÁ VÀ KHOÁNG CHẤT

Đá trên bề mặt vỏ quả đất được phân loại thành 3 loại: đá phún xuất (magma), đá trầm tích và đá biến tính.

1. Đá phún xuất

Được hình thành bởi sự phun trào của khối magma nóng chảy, gồm các loại đá phổ biến như đá granite và diorite, gabbro, basalt, andesite. Đá phún xuất được cấu tạo từ các khoáng nguyên sinh có màu sáng như thạch anh, muscovite (mica trắng) và feldspars, và có màu sẫm như biotite (mica đen), augite, và hornblende. Thông thường các khoáng có màu sẫm chứa nhiều sắt và magnesium và tương đối dễ bị phong hóa. Vì vậy các đá magma có màu sẫm như đá gabbro, peridotite, hornblendite và basalt rất dễ bị phong hóa so với đá granite. Các hạt khoáng trong đá phún xuất phân tán ngẫu nhiên và liên kết với nhau, nên có dạng như muối tiêu và thường có thể nhìn thấy bằng mắt thường.

2. Đá trầm tích

Khi đá phún xuất bị phong hóa sẽ hình thành nên các sản phẩm mới, các sản phẩm này bị nén lại kết dính với nhau do các điều kiện địa chất thay đổi, hình thành nên đá mới là đá trầm tích. Ví dụ như cát thạch anh được phong hóa từ đá granite và tích tụ nơi có biển sẽ hình thành nên một loại đá mới gọi là sa thạch. Các khoáng sét cũng có thể bị nén chặt hình thành đá phiến sét.

Các đá trầm tích phổ biến như: đá vôi, dolomite, sa thạch, đá phiến sét.

3. Đá biến tính

Được hình thành do sự thay đổi tính chất của các loại đá khác, thường do các quá trình biến đổi địa chất gây nên. Đá phún xuất thường bị biến đổi thành diệp thạch hay đá gneiss, trong đó các khoáng có màu sáng và sẫm xếp thành từng lớp riêng lẻ. Đá trầm tích như đá vôi và đá phiến sét có thể bị biến đổi thành đá hoa (marble). Cũng như đá phún xuất và đá trầm tích, thành phần khoáng nào chiếm ưu thế trong đá biến tính sẽ ảnh hưởng đến tính bền vững của loại đá đó.

Một số loại đá trầm tích và biến tính quan trọng, và các loại khoáng chiếm ưu thế.

Khoáng chiếm ưu thế	Loại đá	
	Trầm tích	Biến hình
Calcite (CaCO_3)	Đá vôi	Đá hoa
Dolomite ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$)	Dolomite	Đá hoa
Thạch anh (SiO_2)	Sa thạch	Quartzite
Sét	Đá phiến sét	Đá phiến
Thành phần khoáng rất thay đổi	Conglomerate	Gneiss

II. CÁC QUÁ TRÌNH PHONG HÓA

1. Định nghĩa

Quá trình phong hóa là quá trình phân hủy đá và khoáng, đồng thời cũng là quá trình tổng hợp nên các khoáng mới.

Các đá và khoáng nguyên sinh bị phá hủy bởi sự phân rã vật lý và phân giải hóa học. Nếu không có sự tác động của các thành phần cấu tạo của chúng, đá và khoáng chỉ phân rã vật lý tạo nên các hạt cát và thịt có kích thước nhỏ hơn so với kích thước ban đầu. Nhưng trong quá trình phong hóa vật lý, thành phần hóa học của đá và khoáng được giải phóng thành các chất hòa tan, chúng sẽ tổng hợp nên các loại khoáng mới. Các khoáng mới này có thể bền vững, nhưng cũng có thể tiếp tục bị phân rã và tái tổng hợp lại thành các khoáng khác. Trong quá trình biến đổi hóa học, kích thước các hạt khoáng dần dần nhỏ lại và hòa tan trong dung dịch đất. Các chất hòa tan này có thể bị rửa trôi hoặc tái kết hợp lại thành các khoáng thứ sinh.

2. Tính bền vững của các loại khoáng

Có ba nhóm khoáng rất bền với sự phong hóa là: (1) khoáng sét silicates, (2) khoáng sét oxide sắt, nhôm, (3) khoáng thạch anh. Trong các loại đất phong hóa mạnh trên các vùng khí hậu nhiệt đới và á nhiệt đới ẩm, các oxide Fe, Al và một phần sét silicates có tỉ số Si/Al thấp chiếm ưu thế, do phần lớn các thành phần khác bị phong hóa và rửa trôi (thường gọi là quá trình tích lũy Fe, Al tương đối).

Mức độ chống chịu sự phong hóa của các loại khoáng quan trọng.

(Khoáng nguyên sinh có nhiều trong đá phun xuất và biến tính. Khoáng thứ sinh chứa nhiều trong đá trầm tích).

Khoáng nguyên sinh	Khoáng thứ sinh
	Goethite FeOOH
	Hematite Fe_2O_3
	Gibbsite $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Thạch anh SiO_2	
	Khoáng sét Aluminosilicate
Muscovite $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	
Microcline KAlSi_3O_8	
Orthoclase KAlSi_3O_8	
Biotite $\text{KAl}(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	
Albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	
Hornblende $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_3\text{Si}_6\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
Augite $\text{Ca}_2(\text{Al},\text{Fe})_4(\text{Mg},\text{Fe})_4\text{Si}_6\text{O}_{24}$	
Anorthite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	
Olivine $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$	
	Dolomite $\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$
	Calcite CaCO_3
	Thạch cao $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Rất bền



Kém bền

3. Các quá trình phong hóa

Quá trình phong hóa có thể phân chia thành 2 loại:

3.1. Phong hóa vật lý (sự phân rã). Là quá trình làm phân rã các các đá và khoáng từ kích thước to thành các mảnh vụn, hạt có kích thước nhỏ dần. Trong tự nhiên, có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phong hóa vật lý:

(1) Nhiệt độ: Do sự thay đổi nhiệt độ giữa ngày và đêm sẽ làm vỡ các cấu trúc khoáng. Sự phá vỡ này do các tính chất co trương khác nhau của loại khoáng khác nhau. Sự thay đổi nhiệt độ sẽ làm các khoáng nứt ra và bị vỡ. Thường bề mặt ngoài

của đá luôn chịu sự tác động của nhiệt độ mạnh (nóng hoặc lạnh hơn bên trong), nên một số loại đá thường bị phong hóa bởi sự tróc dần từng lớp vỏ bề mặt.

(2) Sự bào mòn của nước, băng hà và gió: khi di chuyển với hàm lượng chất lơ lửng cao, nước sẽ có sức bào mòn rất lớn. Điều này dễ nhận thấy trên các tảng đá bị bào mòn dưới lòng sông. Gió bụi, cát và băng hà cũng có thể bào mòn các loại đá.

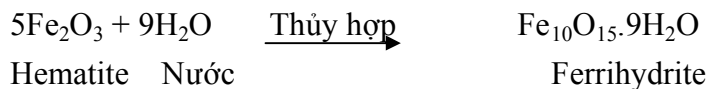
(3) Thực vật và động vật: rễ thực vật đôi khi cũng len lỏi vào các vết nứt của đá và tách chúng ra, nên đá bị phá vỡ. Động vật đào hang cũng có thể làm vỡ một phần đá. Tuy nhiên, các yếu tố này có ảnh hưởng rất nhỏ đến sự hình thành mẫu chất so với tác động của nước và gió.

3.2. Phong hóa hóa học (sự phân giải). Phong hóa vật lý đóng vai trò nổi bật trong sự phong hóa ở các vùng khô, lạnh. Nhưng quá trình phong hóa hóa học rất có ý nghĩa trên các vùng khí hậu nóng ẩm. Tuy nhiên cả 2 quá trình này xảy ra đồng thời và có ảnh hưởng tương hỗ lẫn nhau.

Phong hóa hóa học do tác động của nước, O₂, và các acid hữu cơ và vô cơ được giải phóng từ các hoạt động hóa sinh trong đất. Các tác nhân này tác động làm biến đổi các khoáng nguyên sinh (như feldspars và mica) thành khoáng thứ sinh (như sét silicates) và giải phóng các chất dinh dưỡng dưới dạng hòa tan vào dung dịch đất.

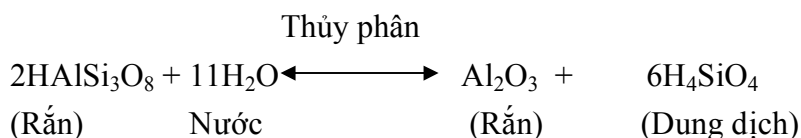
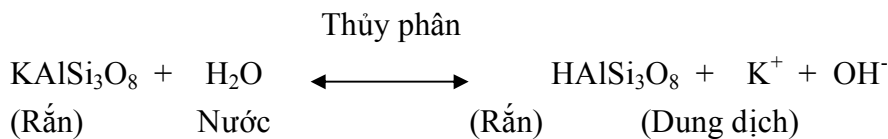
Các phản ứng sau đây thường xảy ra trong quá trình phong hóa hóa học

(1) Phản ứng thủy hợp: Các phân tử nước kết hợp với khoáng bằng tiến trình gọi là phản ứng thủy hợp.



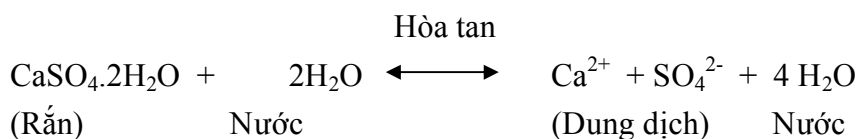
Các oxide Fe, và Al ngậm nước (như Al₂O₃·3H₂O) là sản phẩm phổ biến của phản ứng thủy hợp.

(2) Phản ứng thủy phân: trong phản ứng thủy phân, phân tử nước phân ly thành H⁺ và OH⁻. H⁺ và OH⁻ thường thay thế các cation trên cấu trúc khoáng. Ví dụ phản ứng thủy phân của nước đến khoáng microline (một loại khoáng feldspar chứa Kali).

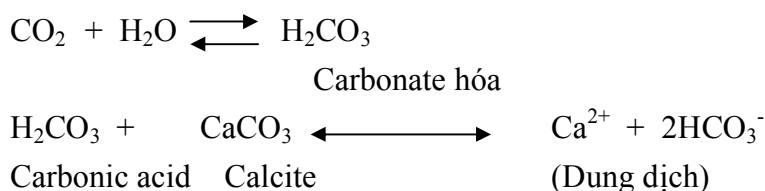


Kali được giải phóng dưới dạng hòa tan và được hấp phụ trên bề mặt các keo đất, hấp phụ bởi thực vật, và rửa trôi. Silicic acid cũng là chất hòa tan nên có thể bị rửa trôi theo nước hoặc tái tổng hợp thành các khoáng thứ sinh như sét silicates.

(3) Phản ứng hòa tan: Nước có khả năng hòa tan nhiều loại khoáng do phản ứng thủy hợp với các cation và anion cho đến khi chúng phân ly và được bao bọc bởi các phân tử nước. Ví dụ sự hòa tan thạch cao trong nước:



(4) Phản ứng Carbonate hóa và các phản ứng chua khác: Cường độ phong hóa sẽ gia tăng khi có sự hiện diện của các acid, do acid làm gia tăng nồng độ ion H^+ trong nước. Vì khi sự hoạt động của vi sinh vật giải phóng khí CO_2 , khí này hòa tan trong nước hình thành carbonic acid, sẽ làm tăng tốc độ hòa tan khoáng calcite trong đá vôi hay đá hoa:

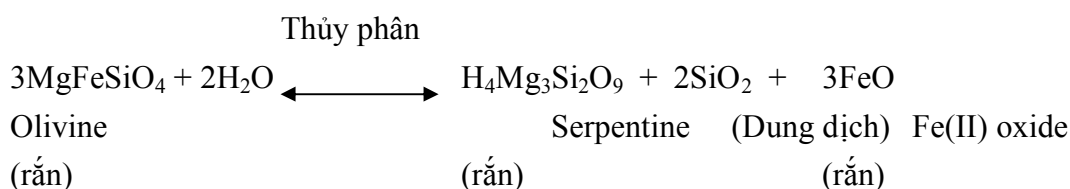


Đất cũng có thể chứa các acid mạnh khác như HNO_3 , H_2SO_4 , và nhiều acid hữu cơ khác, ion H^+ cũng có thể kết hợp với sét trong đất. Các acid này đều góp phần vào phản ứng với các khoáng trong đất.

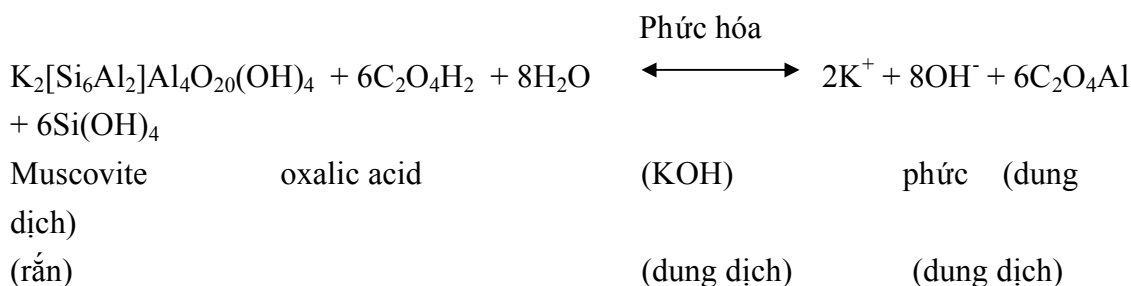
(5) Oxi hóa-khử: Các khoáng có chứa Fe, Mn và S rất nhạy cảm với các phản ứng oxi hóa khử. Fe nằm trong các khoáng nguyên sinh và dưới dạng có hóa trị 2

Fe(II)(ferrous). Khi các đá này phơi bày ra không khí và nước, Fe sẽ dễ dàng bị oxi hóa (mất 1 điện tử) hình thành Fe(III)(ferric). Nếu Fe bị oxi hóa từ Fe(II) thành Fe(III), do sự thay đổi về hóa trị và bán kính ion sẽ làm cấu trúc tinh thể của khoáng bị mất ổn định, và bị phá vỡ.

Một ví dụ khác là Fe(II) khi được giải phóng từ khoáng có thể bị oxi hóa ngay thành Fe(III), như sự thủy hợp của khoáng olivine giải phóng Fe(II), chúng có thể bị oxi hóa ngay tức khắc thành ferric oxyhydroxide (goethite).



(6) Phản ứng tạo phức chất: các acid hữu cơ được hình thành trong quá trình sinh học trong đất như oxalic, citric, và tartaric acid, cũng như các phân tử acid humic và fulvic. Ngoài việc H^+ có thể làm hòa tan các khoáng Al, Si, chúng còn có thể tạo phức với Al^{3+} trong cấu trúc của khoáng silicate (tạo chelate). Bằng cách này, Al^{3+} được tách ra khỏi khoáng, sau đó chúng sẽ bị biến đổi tiếp. Ví dụ oxalic acid hình thành phức với Al trong khoáng muscovite, khi phản ứng này xảy ra, cấu trúc khoáng muscovite bị phá vỡ và giải phóng ion K^+ hòa tan trong dung dịch đất.



Các phản ứng hóa học xảy ra nhanh chóng khi có sự tham gia của các sinh vật đất.

4. Sự tương tác của các phản ứng hóa học

Các tiến trình phong hóa hóa học khác nhau xảy ra đồng thời và bổ sung cho nhau. Ví dụ, sự thủy phân khoáng nguyên sinh giải phóng Fe(II), Fe(II) nhanh chóng bị oxi hóa thành Fe(III), Fe(III) sẽ bị thủy hợp thành oxide Fe ngậm nước. Phản ứng thủy phân hay tạo phức cũng có thể giải phóng các cation hòa tan, silicic acid, và các hợp chất Fe, Al. Trong môi trường ẩm, các cation và silicic acid sẽ bị mất do rửa trôi. Các chất hòa tan cũng có thể tái tổng hợp thành các sét silicates và các khoáng silicate thứ sinh khác. Bằng tiến trình tổng hợp này, các vật liệu nguyên sinh chuyển dạng thành các hợp chất hình thành nên vật thể đất.

III. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH ĐẤT

Đất là 1 tập hợp các cá thể riêng biệt có các tính chất phẫu diện tương tự nhau. Khái niệm cơ bản đất là những vật thể tự nhiên có sự sắp xếp nhất định đầu tiên được ra bởi các nhà khoa học đất người Nga, đứng đầu là V. V. Dukochaev. Họ nhận thấy rằng nhiều cá thể đất có các tầng đất tương tự nhau trải dài trên hàng trăm km khi có cùng điều kiện về khí hậu và thảm thực vật. Từ các quan sát trên và kết quả của nhiều kết quả nghiên cứu thực địa và trong phòng, họ đã đưa ra 5 yếu tố chính kiểm soát sự hình thành của đất. Năm yếu tố đó là:

- Mẫu chất (vật liệu vô cơ hoặc hữu cơ hình thành đất)
- Khí hậu (chủ yếu là mưa và nhiệt độ)

- Sinh học (sinh vật, đặc biệt là thực vật tại chỗ, vi sinh vật, động vật đất, và hoạt động của con người)
- Địa hình (độ dốc, hướng dốc, và cảnh quang)
- Thời gian (giai đoạn từ khi mẫu chất bắt đầu phong hóa hình thành đất)

Trên cơ sở này đất được định nghĩa là 1 vật thể tự nhiên luôn biến đổi được hình thành do sự tác động tổng hợp của khí hậu và hoạt động của vi sinh vật lên mẫu chất, mức độ tác động này thay đổi theo địa hình, trong 1 thời gian nhất định.

Các yếu tố này luôn có ảnh hưởng tương hỗ lẫn nhau. Ví dụ khi điều kiện khí hậu bất thường đi kèm với sự phát triển kém của thực vật, và có thể có sự khác nhau về địa hình và mẫu chất... Tuy nhiên tùy trường hợp nhất định mà từng yếu tố sẽ có mức độ ảnh hưởng khác nhau đến sự hình thành đất.

1. Mẫu chất.

1.1. Ảnh hưởng của mẫu chất đến các tính chất của đất: Các tiến trình địa chất học hình thành mẫu chất và từ đó đất được hình thành. Tính chất của mẫu chất ảnh hưởng rất lớn đến đặc tính của đất. Ví dụ, đất có sa cấu thô thường được hình thành từ mẫu chất giàu thạch như đá granite hay sa thạch. Sa cấu sẽ kiểm soát tốc độ thấm nước của đất, vì vậy sẽ ảnh hưởng đến sự chuyển vị của các hạt đất và các dinh dưỡng trong đất. Sự phân giải khoáng học và hóa học của mẫu chất cũng có ảnh hưởng đến sự phong hóa hóa học và thảm thực vật tại chỗ. Ví dụ, sự hiện diện của đá vôi sẽ làm chậm quá trình hóa chua của đất trong vùng khí hậu ẩm. Ngoài ra lá của thực vật sinh trưởng trên đá vôi có hàm lượng Calcium cao, khi lá rụng vào đất cũng làm chậm tiến trình hóa chua tiến trình phát triển của đất trong các vùng ôn đới ẩm.

Mẫu chất cũng ảnh hưởng đến hàm lượng và loại khoáng sét trong phần đất.

(1) Các mẫu chất có thể chứa các loại khoáng sét với hàm lượng và loại khác nhau từ chu trình phong hóa trước đó.

(2) Tính chất của mẫu chất ảnh hưởng rất lớn đến loại sét có thể hình thành khi đất phát triển. Tính chất của loại khoáng sét ảnh hưởng rất lớn đến loại đất.

Mẫu chất vô cơ có thể được hình thành từ đá tại chỗ hoặc được vận chuyển từ nơi khác đến. Trong các vùng đầm lầy, sự phân giải không hoàn toàn nên mẫu chất hữu cơ có thể được tích lũy do nhiều thế hệ thực vật tại chỗ.

1.2. Phân loại mẫu chất: Mặc dù tính chất vật lý và hóa học rất có ảnh hưởng đến sự phát triển của đất, nhưng mẫu chất thường được phân loại dựa trên nguồn gốc hình thành của chúng:

- ✓ Mẫu chất hình thành từ đá tại chỗ
- ✓ Mẫu chất được vận chuyển từ nơi khác đến:
 - Do trọng lực (sườn tích)

- Do nước:
 - ◇ Sông (phù sa bồi)
 - ◇ Biển (trầm tích biển)
 - ◇ Hồ (bồi lắng của hồ)
- Do băng hà
- Do gió

▼ **Mẫu chất do sự tích lũy dư thừa thực vật (mẫu chất hữu cơ).**

Mặc dù sự phân loại này chỉ dựa trên nguồn gốc sự hình thành mẫu chất, nhưng đôi khi người ta gọi tên đất theo sự phân loại này, như đất hữu cơ, đất băng hà, đất phù sa bồi...

(1) Mẫu chất tại chỗ: Mẫu chất tại chỗ được hình thành từ sự phong hóa của đá ngay bên dưới. Khi khí hậu nóng và ẩm, mẫu chất này sẽ bị oxi hóa và rửa trôi mạnh, thể hiện màu đỏ và vàng của các hợp chất Fe bị oxi hóa trên phẫu diện. Trong các vùng khí hậu lạnh, đặc biệt là vùng khô hạn, thành phần hóa học của mẫu chất tương tự như thành phần hóa học của đá bên dưới.

(2) Mẫu chất vận chuyển từ nơi khác đến: tùy thuộc vào tác nhân vận chuyển, mẫu chất vận chuyển được chia thành các loại sau:

(a) Sườn tích: được hình thành do sự di chuyển các mảnh đá vụn từ nơi có địa hình cao xuống nơi thấp, hầu hết do trọng lực hay lũ, băng hà. Tuyết lở, chùi đất sẽ hình thành nên sự tích lũy này.

Vật liệu trong sườn tích thường và lẫn nhiều mảnh đá vụn do sự phong hóa vật lý chiếm ưu thế so với phong hóa hóa học. Các mảnh đá vụn, hòn cuội và các thành phần mịn phân tán (không xếp thành tầng lớp), và các mảnh vụn thô thường có dạng khối góc cạnh. Kích thước các lỗ rỗng thường rất to, nên nước dễ dàng di chuyển trong đất và đất này cũng rất dễ bị chùi, nhất là khi đất bị xáo trộn.

(b) Bồi tích: hình thành ở đồng bằng trũng thấp, hạ nguồn suối, sông và châu thổ.

▼ **Đồng bằng trũng:** là một phần vùng trũng của khu vực sông khi bị ngập. Phù sa lơ lửng trong nước sẽ được lắng đọng trong thời gian ngập. Các vật liệu thô sẽ được lắng tụ ở vùng gần sông, các vật liệu mịn được lắng tụ ở vị trí xa hơn.

Mỗi lần bị ngập, phù sa sẽ lắng tụ và hình thành từng lớp khác nhau. Đó là đặc điểm chính của đất phù sa bồi hằng năm. Theo thời gian, một dòng sông có thể bị lở 2 bên bờ và tạo thành các bậc thang với các cao độ khác nhau. Trong một mức độ nhất định, các vật liệu bị mất từ vùng đất cao sẽ được lắng tụ trên các vùng đồng bằng trũng và châu thổ. Các loại đất hình thành từ sự lắng tụ phù sa thường thích hợp cho nông nghiệp. Các tính chất đó là: địa hình bằng phẳng, đầy đủ nước, độ phì nhiêu cao, và khả năng sản xuất cao. Mặc dù nhiều loại đất phù sa bồi thoát nước tốt, nhưng trong

một số trường hợp con người cần phải xây dựng hệ thống tiêu nước cho các loại cây trồng cạn và xây dựng hạ tầng cơ sở ổn định.

Đất phù sa bồi thường thích hợp cho lâm nghiệp và sản xuất nông nghiệp, nhưng thường không thích hợp với việc xây dựng nhà cửa và phát triển đô thị. Nhiều vùng cố gắng thiết lập các hệ thống tiêu nước và đê ngăn lũ, nhưng chi phí quá lớn và hiệu quả không cao. Vì vậy các vùng đất ngập nước hiện nay đang được tái lập lại điều kiện ngập nước tự nhiên và chuyển mục đích sử dụng như trong rừng ngập nước, bảo vệ sinh vật hoang dã...

* **Bồi tích suối:** các sông, suối đều có hình rẽ quạt, hẹp trên thượng nguồn và đột ngột mở rộng ra ở hạ nguồn, làm thay đổi tốc độ chảy của dòng nước. Các vật liệu thô sẽ lắng tụ trong dòng suối, các vật liệu sẽ lắng tụ ở hạ lưu.

Bồi tích suối thường tìm thấy rải rác trên các vùng đồi núi. Đất hình thành từ bồi tích suối thường có khả năng sản xuất cao, mặc dù chúng có sa cấu khá thô.

* **Châu thổ:** Phần lớn các vật liệu mịn bị cuốn trôi bởi sông, suối không được lắng tụ trong đồng bằng trũng, mà chúng di chuyển vào trong hồ, biển..., một số vật liệu lơ lửng lắng tụ gần cửa sông, hình thành nên phù sa châu thổ. Châu thổ thường nằm sát cạnh đồng bằng trũng ngập nước. Tính chất của đất phù sa châu thổ là có sa cấu sét và tiêu nước kém.

Các đầm lầy thuộc châu thổ có ý nghĩa sinh học rất quan trọng trong vùng đất ngập nước. Nhiều sinh vật trong vùng này đang được bảo tồn, nhưng con người lại dần dần phát triển các vùng đất này thành đất nông nghiệp, nhất là canh tác lúa nước, bằng cách thiết lập các hệ thống tiêu nước, kiểm soát lũ.

(c) Trầm tích biển: Các vật liệu cuốn theo dòng nước của sông, cuối cùng cũng vào biển, cửa sông, vịnh. Các vật liệu thô sẽ lắng tụ ngay bờ biển và các hạt mịn lắng tụ ngoài xa. Theo thời gian, trầm tích được hình thành dưới đáy biển dày hàng trăm mét. Do sự biến động về địa chất, trầm tích biển được nâng cao lên hình thành các đồng bằng biển. Trầm tích này sẽ bắt đầu thực hiện chu trình phong hóa mới và hình thành đất.

Đồng bằng ven biển thường bằng phẳng hoặc có độ dốc thấp. Những vùng thấp của đồng bằng ven biển thường bị ngập nước, nên sự phát triển của rừng ngập mặn và đầm lầy là đặc điểm chính của loại đất hình thành trên mẫu chất này.

Sa cấu của trầm tích biển rất thay đổi từ cát cho đến sét nặng. Mặc dù mẫu chất do các vùng cao đưa xuống, nhưng trầm tích biển tiến hành quá trình phong hóa nhanh hơn nhiều so với chính vật liệu ấy tại chỗ. Tính chất trầm tích ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của đất hình thành trên đó. Nhiều trầm tích biển chứa nhiều S, theo thời gian S bị oxy hóa hình thành sulfuric acid trong quá trình hình thành đất phèn.

(d) Mẫu chất vận chuyển do băng hà: xảy ra trên các vùng có băng tuyết.

(e) Mẫu chất vận chuyển do gió: Gió có thể mang các vật liệu từ nơi này đến nơi khác. Tùy thuộc vào độ mịn của hạt, tốc độ gió các hạt này có thể được mang đi xa hay gần. Các mẫu chất này có thể là các cồn cát thô ven biển, các đụn cát mịn sâu trong đất liền, và các mẫu chất do bụi thật mịn trong không khí rơi vào đất theo mưa, và kể cả tro núi lửa.

(3) Mẫu chất hữu cơ: Vật liệu hữu cơ được tích lũy trên các vùng ngập nước, trong điều kiện sự phát triển của thực vật vượt qua tốc độ phân giải các dư thừa thực vật. Hàng thế kỉ, các dư thừa của tất cả thực vật nơi đó sẽ tích tụ thành lớp dày hàng mét do trong điều kiện ngập nước, do thiếu O_2 nên sự phân giải bị hạn chế. Sự tích tụ các chất hữu cơ như thế được gọi là đất hữu cơ hay đất than bùn.

○ **Sự phân bố và tích lũy chất hữu cơ của đất hữu cơ:** đất hữu cơ phân bố rải rác khắp thế giới, nhưng thường tập trung ở vùng trũng thấp, ngập nước thường xuyên hoặc có khí hậu lạnh và chịu ảnh hưởng của băng hà. Tốc độ tích lũy chất hữu cơ khác nhau tùy nơi. Những nơi có hiện diện đất than bùn, tốc độ tích lũy chất hữu cơ trung bình từ 0.2-0.8mm/năm.

○ **Các loại đất than bùn (đất hữu cơ):** dựa trên tính chất của mẫu chất, đất than bùn được chia làm 4 loại:

- Than bùn hình thành do xác bã của rong rêu trong nước.
- Than bùn hình thành do dư thừa của các loại cỏ như lau, sậy, lác ...
- Than bùn hình thành do xác bã của các cây gỗ, cây bụi.
- Than bùn trầm tích, hình thành do xác bã của các thực vật thủy sinh như tảo và chất thải của các động vật thủy sinh.

Trong một loại đất than bùn thường chứa nhiều lớp mẫu chất khác nhau do các loài thực vật khác nhau phát triển tiếp nối theo từng loại một theo từng giai đoạn. Và đất than bùn cũng có thể phân loại theo mức độ phân giải của mẫu chất: mẫu chất chưa phân giải, bán phân giải, và phân giải hoàn toàn.

2. Khí hậu

Khí hậu tác động lên mẫu chất là yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất trong quá trình hình thành đất, do khí hậu quyết định tính chất và cường độ phong hóa. Yếu tố khí hậu chính ảnh hưởng đến quá trình phong hóa là **lượng mưa và nhiệt độ**, do chúng ảnh hưởng đến tốc độ các phản ứng hóa học, vật lý và sinh học.

2.1. Lượng mưa: Nước là yếu tố quan trọng trong các phản ứng phong hóa hóa học. Để phát huy tác dụng trong sự hình thành đất, nước phải thấm xuyên vào mẫu chất và đá. Nước càng thấm sâu, lớp đất thật hình thành càng dày. Khi lượng nước thấm cao,

các chất hòa tan và lơ lửng sẽ rửa trôi từ tầng trên xuống các tầng bên dưới, và có thể rửa trôi một số chất hòa tan ra khỏi phẫu diện đất. Vì vậy khả năng thấm của nước sẽ làm gia tăng các phản ứng phong hóa và hình thành các tầng phát sinh trong đất.

Ảnh hưởng của lượng mưa đến sự hình thành đất.

Nước là yếu tố cần thiết chính để phong hóa mẫu chất và sự hình thành đất. Để tăng cường sự hình thành đất, nước không chỉ phải đi vào phẫu diện, mà còn phải thấm xuyên suốt phẫu diện và vận chuyển các sản phẩm hòa tan hình thành trong quá trình phong hóa.

Tổng lượng nước thấm vào đất không chỉ phụ thuộc vào tổng lượng mưa mà còn phụ thuộc vào 4 yếu tố khác:

1. Sự phân bố mưa trong năm
2. Nhiệt độ và bốc hơi
3. Địa hình
4. Khả năng thấm của đất

Điều kiện thiếu nước là yếu tố chính hình thành nên các loại đất tiêu biểu vùng khô hạn. Các chất hòa tan không bị rửa trôi, chúng bị tích lũy và có thể gây hại đến thực vật. Trong các vùng khô hạn, phẫu diện đất thường có sự tích lũy muối carbonate và một số loại sét có tính nứt nẻ.

2.1. Nhiệt độ: Khi nhiệt độ tăng 10°C , tốc độ các phản ứng sinh hóa tăng gấp 2 lần. Cả 2 yếu tố nhiệt độ và ẩm độ đều ảnh hưởng đến hàm lượng chất hữu cơ trong đất thông qua ảnh hưởng của chúng đến sự cân bằng giữa sự phát triển của thực vật và sự phân giải vi sinh vật. Nhiệt độ ẩm và ẩm độ cao, các tiến trình phong hóa, rửa trôi, và sự phát triển của thực vật đạt tối đa.

Khí hậu cũng ảnh hưởng đến thảm thực vật tự nhiên. Khí hậu ẩm thích hợp cho sự phát triển các loại cây gỗ. Ngược lại khí hậu vùng bán khô hạn chỉ thích hợp cho sự phát triển của các loại cây cỏ, cây bụi. Vì vậy khí hậu là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến yếu tố sinh học trong 5 yếu tố hình thành đất.

Nếu các loại đất có cùng chế độ nhiệt, mẫu chất, địa hình và thời gian, nơi nào có lượng mưa cao thường làm gia tăng hàm lượng sét, chất hữu cơ, độ chua, và đất có tỉ lệ Si/Al thấp (các loại đất như thế biểu thị mức độ phong hóa cao). Tuy nhiên chế độ khí hậu có thể thay đổi theo thời gian, khí hậu nhiều nơi trên thế giới hiện nay rất khác với khí hậu thời xa xưa. Cảnh quang của các vùng khô hạn hiện nay có thể là do sự rửa trôi và phong hóa mạnh ở thời kì hàng ngàn năm về trước.

3. Sinh học

Sự tích lũy chất hữu cơ, phong hóa hóa học và sinh học, chu kỳ luân chuyển chất dinh dưỡng, và sự bền vững của các tập hợp đất được tăng cường do các hoạt động của các sinh vật trong đất. Thảm phủ thực vật có tác dụng làm giảm tốc độ xói mòn tự nhiên, nên làm giảm tốc độ mất lớp đất mặt. Các acid hữu cơ hình thành từ một số loại lá cây sẽ hòa tan Al từ khoáng vào dung dịch đất do quá trình tạo phức và tích lũy chúng ở các tầng sâu hơn.

3.1. Vai trò của thực vật tự nhiên:

(1) Sự hình thành tầng A: Ảnh hưởng của thực vật đến quá trình hình thành đất có thể nhận thấy dễ dàng khi quan sát 2 loại đất rừng và đất đồng cỏ. Trên đất đồng cỏ, phần lớn chất hữu cơ bổ sung cho đất là do hệ thống rễ sợi ăn sâu vào đất. Ngược lại, lá cây rừng rơi rụng ngay trên mặt đất và đây là nguồn cung cấp chất hữu cơ chính của đất rừng. Do đó đất đồng cỏ tự nhiên thường có tầng A dày và chất hữu cơ phân bố sâu hơn so với đất rừng. Đất rừng thường hình thành tầng E rửa trôi, có màu sáng ngay bên dưới tầng O hay tầng A, nhưng không hình thành trên đất đồng cỏ, và đất đồng cỏ thường có cấu trúc các tập hợp đất ổn định hơn.

(2) Luân chuyển cation của thực vật: Khả năng hấp thu các nguyên tố khoáng của thực vật có ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của đất, nhất là khả năng hóa chua của chúng. Thực vật lá kim (thông) chỉ luân chuyển 1 lượng rất nhỏ các nguyên tố Ca, Mg và K so với các cây thay lá khác như đào. Do rễ thực vật họ tùng bách không hấp thu nhiều các cation, nên các cation trong đất sẽ bị rửa trôi và làm đất hóa chua nhanh chóng. Do có tính hóa chua mạnh nên tầng chất hữu cơ của tầng O trên đất này thường không phân giải hoặc phân giải yếu.

(3) Đồng cỏ hỗn hợp: Đất đồng cỏ vùng khô hạn và bán khô hạn do sự thiếu nước nên thực vật hiếm khi phủ toàn bộ mặt đất. Sự phát triển 1 cách phân tán của các cây bụi và cây cỏ nên làm thay đổi tính chất của đất nơi đó. Trên các vùng này, tính chất đất có thể khác nhau giữa nơi có cây gỗ, cây cỏ và nơi không có thực vật phát triển.

3.2. Vai trò của động vật:

(1) Động vật: rất nhiều loại động vật trong đất góp phần rất lớn trong quá trình hình thành đất thông qua các hoạt động đào bới, trộn lẫn đất... như hoạt động của giun đất, mối, ...

(2) Ảnh hưởng của con người: hoạt động của con người như chuyên mục đích sử dụng đất, thiết lập hệ thống tưới tiêu, bón phân, bón vôi, làm đất, khai thác hầm mỏ, xây dựng cơ sở hạ tầng... đều có tác động rất lớn đến tốc độ hình thành và phát triển của đất.

4. Địa hình

Địa hình có thể được diễn tả bằng cao độ, độ dốc và cảnh quang. Địa hình có thể làm gia tăng hoặc làm chậm sự tác động của yếu tố khí hậu lên quá trình hình thành đất. Địa hình dốc cao sẽ hạn chế lượng nước thật sự thấm vào đất, do đó sẽ làm giảm tốc độ hình thành đất, và cũng do thiếu nước nên thực vật phát triển kém. Vì vậy tầng đất thực trên các vùng có độ dốc cao thường rất mỏng.

Địa hình thường tương tác với các yếu tố khác trong ảnh hưởng đến quá trình hình thành đất.

4.1. Tương tác với thực vật: Địa hình thường có tương tác với thực vật trong quá trình hình thành đất. Thảm thực vật thường thay đổi dài theo hướng dốc. Trong các vùng chuyển tiếp giữa rừng và đồng cỏ, cây dạng gỗ thường phát triển trên vùng triền thấp, ẩm ướt hơn so với vùng đất cao, thiếu nước. Tính chất của đất trên các vùng này cũng rất khác nhau: đầm lầy, đất thấp, đất cao...

4.2. Tương tác với hướng dốc: thường chỉ có ảnh hưởng ở các vùng cực, do hướng dốc khác nhau sẽ có khả năng nhận năng lượng mặt trời và ẩm độ khác nhau, nên sẽ hình thành các loại đất khác nhau.

4.3. Tương tác với sự tích tụ muối: Trên các vùng khô hạn và bán khô hạn, địa hình ảnh hưởng đến sự tích tụ các muối hòa tan trong đất. Các muối hòa tan từ các vùng cao xung quanh trôi theo nước di chuyển đến vùng thấp, do khô hạn, nước bốc hơi và các muối được tích tụ lại.

4.4. Tương tác với mẫu chất: nhiều vùng, địa hình phản ánh sự phân bố các loại mẫu chất như mẫu chất tại chỗ, sườn tích, bồi tích, phù sa. Mẫu chất tại chỗ thường phân bố phần đỉnh trên của dốc, sườn tích ở các vùng thấp hơn, và phù sa trên các vùng rất thấp (thung lũng).

5. Thời gian

Kết quả của quá trình hình thành đất chỉ thể hiện sau một thời gian nhất định. Thời gian của sự hình thành đất được tính từ lúc mẫu chất bắt đầu tiếp xúc với môi trường nhất định và bắt đầu tiến trình phong hóa.

5.1. Tốc độ phong hóa: Khi các yếu tố khác thích hợp cho sự hình thành đất, chất hữu cơ sẽ tích lũy để hình thành tầng A có màu sậm trong vòng khoảng 10-20 năm. Trong nhiều trường hợp, trong vùng ẩm, tầng B hình thành trong khoảng 40 năm. Tuy nhiên, sự hình thành tầng B thuận thực với sự thay đổi cơ bản về màu sắc và cấu trúc có thể cần đến hàng thế kỉ. Sự tích lũy sét silicate cần hàng ngàn năm. Một loại đất có tầng đất thực sâu hơn 1m có thể phải cần thời gian hình thành hàng trăm ngàn năm.

Khi ta nói đất “trẻ” hay đất “già cỗi” thường không có ý nghĩa là tính theo năm lịch mà ta tính theo mức độ phong hóa và phát triển phẫu diện của đất đó. Thời gian luôn

tương tác với các yếu tố khác. Ví dụ, với cùng mẫu chất như nhau, tốc độ phong hóa của đất dưới chân dốc luôn cao hơn đất trên triền dốc. Trong vùng nhiệt đới ẩm, tốc độ phong hóa cao hơn vùng lạnh và khô. Các vật liệu hữu cơ tươi bón vào đất, phù sa mới bồi... có thể thay đổi màu sắc, cấu trúc, khoáng học trong vòng vài năm. Ngược lại các khoáng có chứa nhiều sulfide, pyrite (vật liệu sinh phèn) tốc độ phong hóa rất chậm.

5.2. Tính liên tục trong quá trình phong hóa: người ta dùng thời gian địa chất để xác định thời gian hình thành đất, và dùng các phương pháp gián tiếp để đo thời gian này như phương pháp C^{14} , sự hiện diện của các hóa thạch và các vết tích của con người trong đất. Tính liên tục của quá trình hình thành đất có thể nhận thấy trên các vùng đất phù sa bồi, phù sa được xếp thành từng lớp khác nhau theo thời gian, nơi có địa hình cao nhất sẽ có thời gian phong hóa dài nhất (đất già nhất), và nơi thấp nhất sẽ có thời gian hình thành đất trẻ nhất.

5.3. Tương tác với mẫu chất: Mẫu chất tại chỗ thường có thời gian phong hóa dài hơn so với mẫu chất vận chuyển từ nơi khác đến. Vì vậy, đất vùng cao có mẫu chất tại chỗ có thời gian phong hóa dài hơn rất nhiều so với đất phát triển trên trầm tích biển, phù sa sông.

Câu hỏi nghiên cứu.

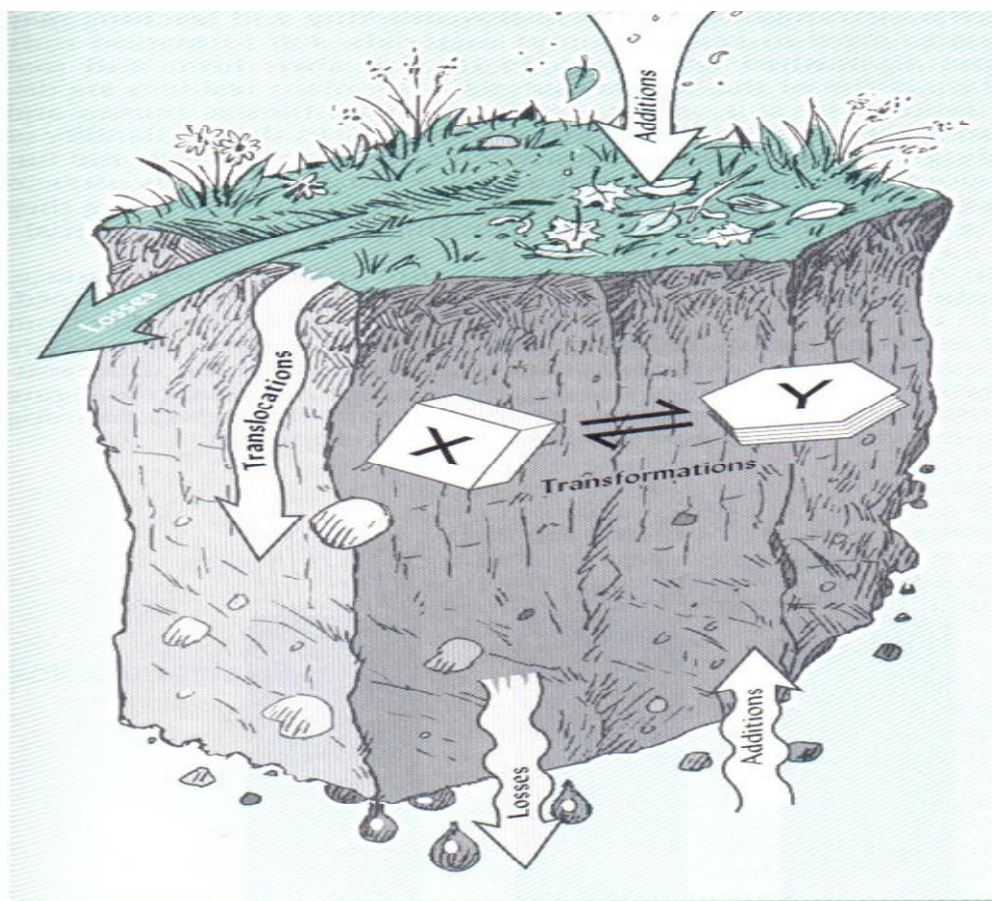
1. Nêu ý nghĩa của câu: phong hóa là quá trình phân hủy và tổng hợp. Cho ví dụ 2 quá trình này trong sự phong hóa một loại khoáng nguyên sinh.
2. Vai trò của nước trong các phản ứng phong hóa hóa học.
3. Giải thích ý nghĩa của tỉ lệ Si/Al trong đất khoáng.
4. Cho ví dụ về sự khác nhau của mẫu chất trên phạm vi rộng lớn và trong một phạm vi nhỏ.
5. Liệt kê 5 yếu tố ảnh hưởng đến hình thành đất. Yếu tố nào có ảnh hưởng mạnh đến các vùng đất rừng dốc và đất đồng cỏ đồng bằng khô hạn.
6. Nêu các tác nhân vận chuyển sườn tích, phù sa.

Chương 2

Bài 2. HÌNH THÀNH ĐẤT – PHÁT SINH HỌC ĐẤT.

Quá trình phong hóa đá hình thành mẫu chất và mẫu chất tiếp tục phong hóa hình thành đất được tiến hành đồng thời với sự hình thành (hay phát sinh) các tầng phát sinh trong phẫu diện đất. Trong thời gian mẫu chất hình thành đất, có sự thay đổi rất lớn trong phẫu diện đất

I. CÁC TIẾN TRÌNH HÌNH THÀNH TẦNG PHÁT SINH ĐẤT



Các tầng phát sinh trong một phẫu diện đất được hình thành do sự tác động đồng thời của 4 tiến trình chính:

(1) Tiến trình chuyển dạng: Ví dụ sự phong hóa các khoáng và sự phân giải các chất hữu cơ có sự thay đổi hay bị phá hủy một số thành phần của đất, đồng thời một số thành phần khác được tổng hợp.

(2) Tiến trình chuyển vị: Là sự di chuyển các vật liệu vô cơ và hữu cơ từ tầng này sang tầng khác, từ trên xuống dưới, các vật liệu này di chuyển chủ yếu do tác động của nước và các hoạt động của sinh vật đất.

(3) Tiến trình bổ sung các vật liệu vào đất: Các vật liệu được bổ sung từ ngoài vào trong quá trình phát triển hình thái phẫu diện đất bao gồm bao gồm các dư thừa thực vật, bụi từ khí quyển, muối hòa tan từ nước ngầm.

(4) Tiến trình mất vật liệu từ đất: Các vật liệu có thể bị mất từ đất do rửa trôi, xói mòn, và do tác động của con người.

Ví dụ về sự hình thành các tầng phát sinh trong phẫu diện đất: Hãy xem xét sự thay đổi có thể xảy ra trong quá trình phát sinh đất từ một lớp mẫu chất. Tuy một số phản ứng phong hóa và rửa trôi có thể cần thiết cho thực vật sinh trưởng trên mẫu chất, nhưng sự hình thành đất chỉ thật sự bắt đầu khi có thực vật sinh trưởng và phát triển, và bắt đầu có dư thừa nhất định của thân lá và rễ trả lại trong tầng đất mặt, có nghĩa là phải có sự tích lũy chất hữu cơ nhất định. Các dư thừa này bị phân giải và hình thành mùn. Sự tích lũy mùn sẽ gia tăng khả năng hữu dụng của nước và dinh dưỡng, từ đó thực vật lại phát triển tốt hơn và mùn được tích lũy nhiều hơn. Giun đất, kiến, mối và các động vật nhỏ khác sẽ sinh sống trong tầng đất và sử dụng chất hữu cơ làm thức ăn; đồng thời chúng sẽ đào bới, trộn lẫn chất hữu cơ và vô cơ sâu hơn, vào các vật liệu khoáng.

1. TIẾN TRÌNH BỔ SUNG CHẤT HỮU CƠ VÀ HÌNH THÀNH TẦNG MẶT.

Sự bổ sung và trộn lẫn các chất hữu cơ vào trong lớp đất mặt xảy ra khá nhanh, và tầng A được hình thành trước tiên. Tầng A thường có màu sậm và có tính chất vật lý, hóa học rất khác biệt so với mẫu chất.

2. TIẾN TRÌNH RỬA TRÔI, TÍCH LŨY VÀ HÌNH THÀNH CÁC TẦNG SÂU.

Các acid hữu cơ hình thành từ sự phân giải các dư thừa thực vật theo nước thấm vào đất sẽ kích thích các phản ứng phong hóa. Các acid này sẽ hòa tan nhiều chất và rửa trôi xuống tầng sâu hơn. Tại đây chúng có thể tích lũy lại hình thành nên một tầng mới. Các chất hòa tan thường gặp là các muối của các ion Ca^{2+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} .

3. TIẾN TRÌNH CHUYỂN DẠNG DO SỰ PHONG HÓA CÁC KHOÁNG.

Các phản ứng hóa sinh sẽ làm gia tăng sự phong hóa các khoáng nguyên sinh, phân giải và làm thay đổi chúng thành một số loại khoáng sét silicate. Đồng thời các khoáng nguyên sinh khác bị phong hóa, các sản phẩm này sẽ tái kết hợp tạo thành những loại khoáng mới nữa như sét silicate, oxid Fe, Al ngậm nước... Các khoáng sét mới hình thành có thể tích lũy ngay nơi chúng hình thành, nhưng cũng có thể bị rửa trôi xuống các tầng sâu hơn. Khi các vật liệu di chuyển từ tầng này sang tầng khác, dần dần sẽ có sự phân biệt rõ ràng về màu sắc, cấu trúc, thành phần khoáng... giữa các tầng đất. Các tầng tích tụ sét thường có cấu trúc dạng khối hay lắng trụ. Đất càng già cỗi càng tầng phát sinh càng thể hiện sự khác biệt rõ ràng.

4. SỰ HÌNH THÀNH TẦNG PHÁT SINH ĐẤT TRONG TỰ NHIÊN.

Không phải tất cả các tầng khác nhau trong một phẫu diện đất đều là tầng được phát sinh do các tiến trình hình thành đất. Vì bản thân mẫu chất cũng có thể có những tầng khác nhau trước khi đất bắt đầu hình thành. Ví dụ các trầm tích biển, phù sa bồi có thể có nhiều tầng mẫu chất khác nhau. Vì vậy trong nghiên cứu ta cần chú ý phân biệt tầng phát sinh và tầng mẫu chất.

Ngoài ra, cũng cần phải nhận biết bản chất biến động của đất trong tiến trình hình thành, sự hình thành đất luôn phát triển và biến đổi liên tục. Vì vậy trong thực tế, một số loại đất tiến trình phân hóa tầng chỉ mới bắt đầu, trong khi một số loại đất khác đã phân hóa tầng rất lâu.

II. PHẪU DIỆN ĐẤT.

Phẫu diện đất là một trắc diện thẳng đứng, thể hiện các tầng phát sinh của một loại đất. Trong một phẫu diện đất thường xuất hiện các tầng phát sinh chính, phụ tầng và các tầng chuyển tiếp.

1. Các tầng phát sinh chính.

Có 5 tầng phát sinh chính được tìm thấy trong các loại đất, và được định danh bằng các chữ in hoa, đó là: tầng O, A, E, B, và tầng mẫu chất C, tầng đá nền R.

a. Tầng O: Tầng O thường hình thành trên đất rừng, đất hữu cơ, nằm bên trên mặt đất. Đất sản xuất nông nghiệp không có tầng O do quá trình xói xáo liên tục của con người.

b. Tầng A: là tầng mặt của đất khoáng. Thường có màu sậm do chứa nhiều chất hữu cơ hơn so với các tầng bên dưới.

c. Tầng E: là tầng rửa trôi mạnh, nằm ngay dưới tầng A. Các vật liệu trong tầng E có thể bị rửa trôi như sét, các oxid Fe, Al, nên trong tầng E chỉ còn lại các khoáng bền vững như thạch anh, cát và thịt. Tầng E có màu sáng so với tầng A và tầng bên dưới (tầng B). Tầng E thường hình thành trên đất rừng và đất chịu sự rửa trôi mạnh.

d. Tầng B: nằm dưới tầng O và A (hay E), là tầng có các tính chất khác hẳn với mẫu chất. Nhiều vật liệu rửa trôi được tích lũy ở tầng B. Trong vùng khí hậu ẩm, tầng B thường tích lũy oxide Fe, Al, các sét silicate. Một số vật liệu tích lũy này có thể được rửa trôi từ tầng trên, nhưng một số có thể được hình thành tại chỗ. Tầng B thường hiện diện ở phần giữa phẫu diện.

Tầng B đôi khi được gọi không đúng là tầng đất bên dưới, vì đối với một số loại đất có tầng mặt nông, trong quá trình làm đất, một phần đất của tầng B bị cày xới hình thành lớp đất mặt. Ngược lại, một số loại đất có tầng A dày, chỉ cày xới một phần tầng A, nên tầng đất sâu lại bao gồm một phần tầng A và tầng B. Do đó ta cần chú ý phân biệt tầng phát sinh và tầng mặt hay tầng sâu trong phẫu diện đất.

e. Tầng C: là tầng mẫu chất nằm dưới phần đất thực (tầng A+ tầng E+ tầng B). Mẫu chất này có thể có cùng nguồn gốc, nhưng cũng có thể khác nguồn gốc so với mẫu chất hình thành nên lớp đất bên trên. Tầng C do nằm sâu bên dưới nên thường chịu sự tác động sinh học kém nhất, do đó mức độ phát triển luôn kém hơn tầng B ngay bên trên.

f. Tầng R: là tầng đá nền, chưa xảy ra quá trình phong hóa.

2. Các phụ tầng trong tầng phát sinh chính.

Khi trong một tầng phát sinh chính hiện diện các tính chất khác nhau trên từng phần (khác nhau về màu sắc, cấu trúc), ta có thể chia thành nhiều phụ tầng như B₁, B₂, B₃... Nếu có 2 loại mẫu chất khác nhau hiện diện trong cùng một phần diện, loại mẫu chất không trực tiếp hình thành nên phần đất thực phía trên, mẫu chất này được ghi số 2 phía trước. Ví dụ một phần diện có các tầng sau: O-A-B-2C khi tầng C là mẫu chất khác với mẫu chất hình thành nên tầng A và B phía trên.

Định danh các phụ tầng.

Chữ in hoa dùng để định danh tổng quát tầng phát sinh, nhưng các tính chất đặc biệt của tầng cần phải được nêu lên bằng các chữ thường ngay sau tên tầng phát sinh chính. Ví dụ, tầng O có thể có các phụ tầng Oi, Oe, Oa; Ap, Ah, Ab...; Bt, Bw, Bj, Bk... Các từ dùng định danh phụ tầng trình bày ở bảng sau:

Ký hiệu	Đặc điểm	Ký hiệu	Đặc điểm
a	Chất hữu cơ phân giải mạnh	n	Tích lũy Na
b	Tầng đất bị chôn vùi	o	Tích lũy oxide Fe, Al
c	Hòn cuội, sỏi	p	Tầng đất cày, xới xáo
d	Lượng mẫu chất cao	q	Tích lũy silica
e	Chất hữu cơ phân giải trung bình	r	Bị phong hóa hay Đá nền mềm
f	Đất bị đóng băng	s	Tích lũy chất rửa trôi của chất hữu cơ, các oxide Fe, Al
g	Gley hóa mạnh (tạo đốm màu)	ss	Slickensides (vết tích trượt)
h	Tích lũy chất hữu cơ rửa trôi	t	Tích lũy sét silicate
i	Chất hữu cơ phân giải yếu	v	Plinthite (Fe cao, màu đỏ)
j	Jarosite (khoáng trong đất phèn)	w	Có màu sắc hay cấu trúc rõ ràng

k	Tích lũy Carbonate	x	Fragipan (tầng đất có dung trọng cao, dễ vỡ)
m	Cement hóa hay rất cứng	y	Tích lũy thạch cao
		z	Tích lũy muối hòa tan

3. Các tầng chuyển tiếp.

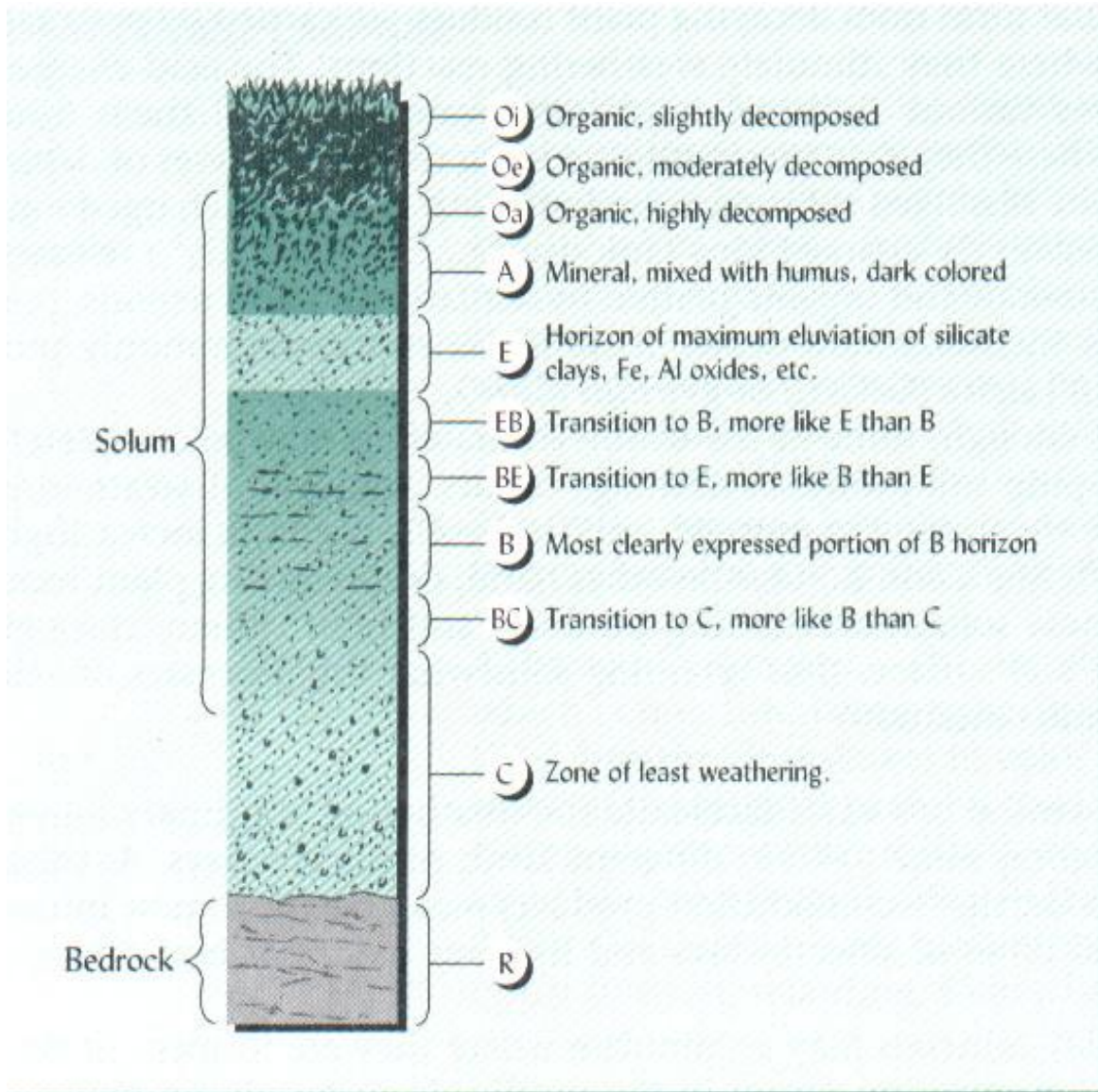
Là các tầng nằm giữa các tầng phát sinh chính và có cả tính chất của 2 tầng phát sinh chính. Đặc điểm của tầng nào chiếm ưu thế sẽ được ghi tên tầng đó trước. Ký hiệu tầng chuyển tiếp có thể được dùng bằng 2 cách như sau:

- a. Tầng chuyển tiếp AE, EB, BE, BC.
- b. Tầng chuyển tiếp E/B, B/E, B/C, C/B.

4. Các tầng phát sinh trong một phẫu diện đất.

Không phải tất cả các tầng phát sinh trên đều hiện diện trong một phẫu diện đất. Một số có thể hiện diện trên đất thoát nước tốt như Oi, Oe (hay Oa) nếu là đất rừng; A, E; Bt hay Bw; và C. Sự hình thành các tầng phụ thuộc rất lớn vào điều kiện môi trường.

Các tầng phát sinh chính, phụ tầng và tầng chuyển tiếp



Câu hỏi nghiên cứu.

1. Nêu 4 tiến trình hình thành đất. Nêu 2 ví dụ cho mỗi tiến trình.
2. Giả sử 3 vùng đều nằm trên một địa hình bằng phẳng, có cùng mẫu chất hình thành từ đá granite. Nhưng chế độ khí hậu 3 vùng khác nhau: vùng nhiệt đới ẩm; vùng đồng cỏ bán khô hạn; và rừng thông ẩm. Theo anh chị phả đồ phân diện của các loại đất sẽ có đặc điểm như thế nào (vẽ sơ đồ phả đồ phân diện).
3. Vẽ sơ đồ phả đồ phân diện của 2 loại đất ở câu 2, ghi tất cả các ký hiệu tầng phát sinh chính, phụ, và tính chất của các tầng phát sinh này.

Chương 3. PHÂN LOẠI ĐẤT

Bài 1. Các khái niệm, cơ sở và phương pháp phân loại đất.

Trong lịch sử, con người đã sử dụng nhiều hệ thống khác nhau để đặt tên và phân loại đất. Khi bắt đầu trồng trọt, con người đã nhận biết sự khác nhau giữa các loại đất và phân loại chúng, xếp nhóm chúng theo mức độ thích hợp cho mục đích sử dụng khác nhau như đất đen trồng bông vải, đất lúa, đất màu... Các tên khác vẫn còn sử dụng phổ biến có kèm theo tên địa chất như đất đá vôi, đất phù sa bồi, đất cát ven biển... Những tên gọi như thế có thể có một số ý nghĩa cho người sử dụng trong từng địa phương, nhưng không giúp cho chúng ta sắp xếp các hiểu biết về đất có hệ thống và không nhận biết được các mối quan hệ giữa các loại đất trên phạm vi lớn.

Dựa trên cơ sở đất là một thực thể tự nhiên, nên đất được phân loại không chỉ dựa trên mức độ thích hợp của chúng với mục đích sử dụng nhất định mà chủ yếu dựa trên các tính chất của phẫu diện đất. Với một hệ thống phân loại như thế, các thông tin về đất mới có thể trao đổi trên toàn cầu, nhằm có biện pháp quản lý và bảo tồn tài nguyên đất tốt hơn, và thông qua hệ thống phân loại như thế, chúng ta có thể sử dụng các kết quả nghiên cứu, kinh nghiệm từ nơi này để áp dụng cho nơi khác dễ dàng. Các tên đất như Mollisols, Oxisols, Ultisols sẽ có tính chất tương tự nhau, dù đất đó hình thành ở các nơi khác nhau trên thế giới.

A. KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG PHÂN LOẠI ĐẤT

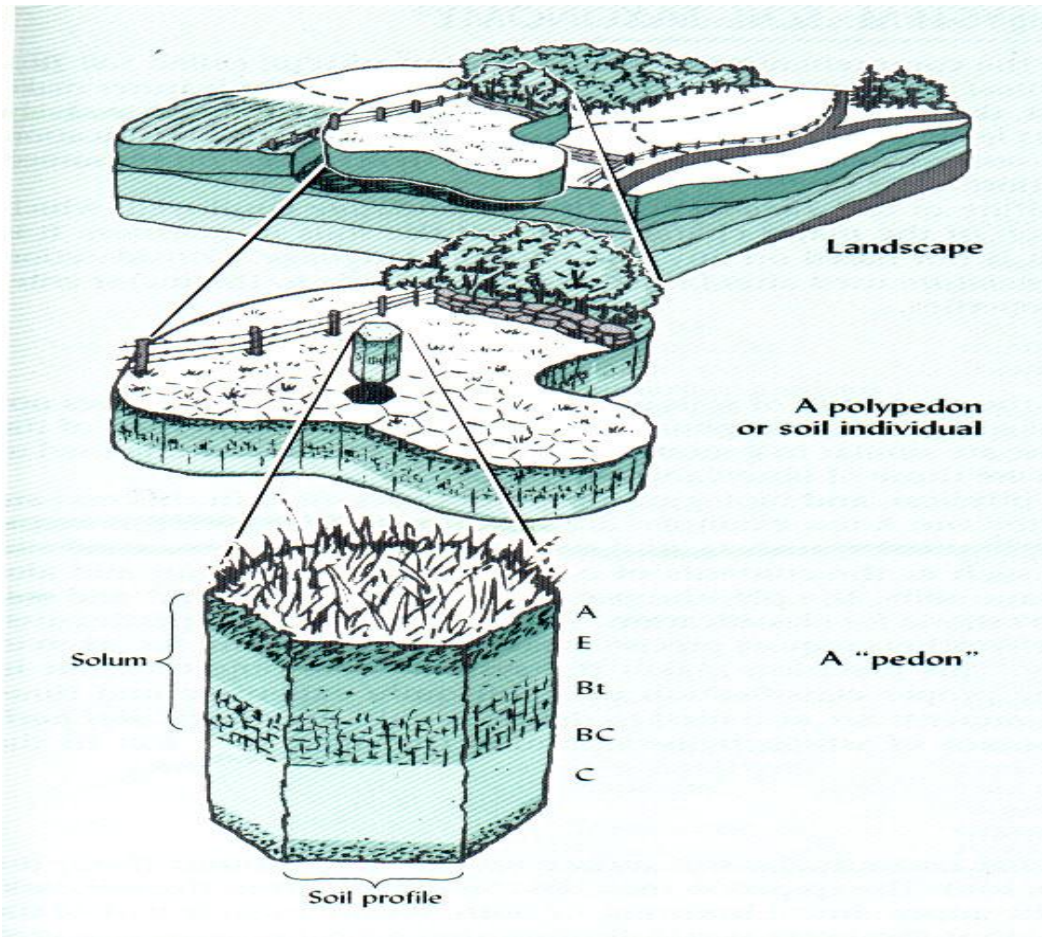
Nhà khoa học đất người Nga V.V. Dukochaev là người đầu tiên đưa ra khái niệm cơ bản đất là một thực thể tự nhiên.

Khái niệm cơ bản đất là một thực thể tự nhiên có nghĩa là đất được nhận biết bởi sự hiện diện của nhiều cá thể riêng biệt, mỗi cá thể là một thực thể đất, nhiều cá thể hình thành nên quần thể đất. Cũng như động vật, thực vật trong một quần thể, con vật, cây này khác với con vật, cây kia, cá thể đất này cũng có những đặc điểm khác với cá thể đất khác. Con người chúng ta có thể xếp nhóm dựa trên chiều cao, trọng lượng, màu da..., do đó ta cũng có thể xếp nhóm đất dựa theo các đặc tính giống nhau của chúng.

I. CÁ THỂ VÀ QUẦN THỂ ĐẤT

Trong thực tế, các cá thể đất không có sự phân chia ranh giới rõ ràng. Các tính chất của từng cá thể đất có sự thay đổi từ từ khi ta xét từ cá thể này đến cá thể khác trong một quần thể hay cảnh quang nhất định. Sự thay đổi các tính chất của các cá thể đất tương tự như sự thay đổi bước sóng của ánh sáng thể hiện qua các màu của cầu vồng. Do các cá thể đất không bao giờ có các tính chất hoàn toàn giống nhau, ngay cả trên 2

điểm sát bên nhau, nên cần định nghĩa tính chất của cá thể đất. **Pedon** là một đơn vị lấy mẫu nhỏ nhất nhưng thể hiện đầy đủ các tính chất của một cá thể đất. Pedon là đơn vị cơ bản của phân loại đất.



Cá thể đất (pedon), quần thể đất (polypedon), cảnh quang (landscape)

So sánh hệ thống phân loại của thực vật và đất.

<p>Phân loại thực vật Ngành: thực vật bậc cao Lớp: hạt kín Lớp phụ: 2 lá mầm Bộ: Hoa hồng Họ: cánh bướm Chủng: lá kép 3 lá chét Loài: đậu phộng</p>	<p>↓</p>	<p>Phân loại đất Bộ: Ultisols Bộ phụ: Aquults Nhóm lớn: Plinthaquults Nhóm phụ: Typic Plinthaquults Họ: thịt pha cát, hỗn hợp isohyperthermic, kém hoạt động Biểu loại: Thủ đức Tương: Thủ đức thịt nhẹ</p>
--	----------	--

Mức độ chi tiết tăng dần theo cấp độ

Một pedon có kích thước trung bình 1m x 1m x 1m, nhưng trên những địa hình phức tạp, kích thước của một pedon có thể đạt đến 10m x 1m x 1m. Nhiều pedon có các tính chất tương tự nhau tạo thành quần thể đất hay polypedon. Một đơn vị cảnh quang bao gồm nhiều polypedon nằm kế tiếp nhau.

Tất cả các cá thể đất trên thế giới khi có các tính chất của phẫu diện và tầng chẩn đoán gần giống nhau được gọi là các biểu loại đất. Biểu loại đất là một loại đất, không phải là một cá thể đất. Ví dụ xoài là một loại cây, không phải là một cá thể cây xoài.

II. PHÂN LOẠI ĐẤT

Hiện có nhiều hệ thống phân loại đất được sử dụng trên thế giới. Hệ thống phân loại đất của Nga chú trọng đến các yếu tố hình thành đất vẫn còn tiếp tục sử dụng trên nhiều nước. Hệ thống phân loại đất của Pháp cũng được sử dụng rộng rãi. Mỗi hệ thống phân loại được thiết lập đều nhằm mục đích đáp ứng yêu cầu cho từng nước, từng vùng nhất định. Tổ chức Lương Nông và Tổ chức Văn Hóa, Khoa Học, Giáo Dục Liên hiệp quốc (FAO/UNESCO) đã thiết lập bản đồ tài nguyên đất toàn thế giới theo một hệ thống phân loại riêng và mô tả tổng quát tài nguyên đất trên thế giới. Cục điều tra đất của Bộ Nông Nghiệp Mỹ đưa ra hệ thống phân loại đất riêng mình và được sử dụng từ năm 1965 trên nhiều nước khác.

Trong các hệ thống phân loại đất trên, 2 hệ thống phân loại của FAO/UNESCO và Bộ Nông Nghiệp Mỹ (USDA) hay Soil Taxonomy ngày càng được sử dụng rộng rãi do tính khoa học của chúng. Hai hệ thống phân loại này chủ yếu dựa trên tầng chẩn đoán trong phẫu diện đất.

1. Hệ thống phân loại đất theo USDA: Soil Taxonomy

1.1. Đặc điểm: Tương tự như các hệ thống phân loại các vật thể khác (thực vật, côn trùng...), soil taxonomy xếp nhóm các thực thể đất tự nhiên theo nhiều cấp độ nhất định.

Soil Taxonomy có 2 điểm nổi bật chính là:

- § Hệ thống dựa trên các tính chất của đất có thể quan sát hoặc xác định một cách khách quan. Điều này sẽ hạn chế sự áp đặt chủ quan của các nhà khoa học đất trong phân loại dựa trên cơ chế giả định của sự hình thành đất.
- § Hệ thống sử dụng các danh pháp quốc tế để đặt tên các tính chất chính của đất. Danh pháp quốc tế không dựa trên bất kì một ngôn ngữ của một nước nào.

1.2. Cơ sở phân loại đất: Soil Taxonomy dựa trên các tính chất hiện diện trong phẫu diện đất, đồng thời chú ý đến các tiến trình phát sinh đất. Thực ra, mục tiêu của hệ thống phân loại là xếp nhóm các loại đất có quá trình phát sinh tương tự nhau. Tuy

nhiên, tiêu chuẩn chính để xếp nhóm là các tính chất của đất có thể quan sát được trên phẫu diện.

Hầu hết các tính chất hóa học, lý học và sinh học là các tiêu chuẩn sử dụng trong hệ thống phân loại này.

1.3. Các tiêu chuẩn dùng trong phân loại đất:

(1) Tình trạng ẩm độ, nhiệt độ trong năm, màu sắc, sa cấu và cấu trúc của đất.

(2) Các tính chất hóa học và khoáng học như hàm lượng chất hữu cơ, sét, các oxide Fe, Al, sét silicate, muối hòa tan, pH, độ bão hòa base, và độ dày của đất.

Mặc dù phần lớn nhiều tiêu chuẩn trên được quan sát ngoài đồng, nhưng một số tiêu chuẩn cần phải đo lường chính xác từ các mẫu đất lấy từ đồng đem về phòng thí nghiệm. Xác định các tiêu chuẩn bằng cách phân tích trong phòng tuy làm cho hệ thống phân loại chính xác hơn, nhưng rất tốn kém công sức và thời gian. Một số tầng chẩn đoán trong phân loại được xác định bằng sự phân tích chính xác, vì sự xác định tầng chẩn đoán này sẽ quyết định tên đất trong hệ thống phân loại.

2. Các tầng chẩn đoán dùng trong phân loại

Tầng chẩn đoán là tên gọi của các tầng phát sinh khác nhau trong phẫu diện, mục đích dùng để phân loại đất. Có 2 nhóm tầng chẩn đoán: tầng chẩn đoán mặt và tầng chẩn đoán sâu.

2.1. Tầng chẩn đoán mặt: Các tầng chẩn đoán hiện diện trong tầng đất mặt được gọi là **epipedon**. Epipedon bao gồm phần trên cùng của đất, có màu sậm do có hàm lượng chất hữu cơ cao, và các tầng rửa trôi phía trên. Epipedon cũng có thể bao gồm một phần của tầng B nếu tầng B có màu sậm do nhiều chất hữu cơ.

Có tất cả 7 epipedon được xác định, nhưng chỉ có khoảng 5 epipedon hiện diện phổ biến trong tất cả các loại đất trên thế giới. Hai epipedon Anthropic và Plaggen được hình thành do tác động mạnh của con người trên các loại đất được canh tác qua nhiều thế kỷ.

(1) Tầng mollic: là tầng mặt của đất khoáng có màu tối, hàm lượng chất hữu cơ cao (chứa >0.6% C hữu cơ trong cả tầng), độ dày của tầng >25cm, tơi xốp khi khô, không quá dính khi ướt. Có độ bão hòa base cao (>50%). Tầng mollic hình thành trong các vùng ẩm ít nhất 3 tháng trong năm, khi nhiệt độ >5°C trong vòng độ sâu 50cm. Tầng này là đặc điểm của đất hình thành trong điều kiện đồng cỏ tự nhiên (thảo nguyên).

(2) Tầng Umbric: có các tính chất tương tự tầng mollic, nhưng có độ bão hòa base <50%. So với tầng mollic, tầng umbric hình thành trong những vùng có lượng mưa cao hơn và mẫu đất có hàm lượng Ca và Mg thấp hơn.

(3) Tầng Ochric: tầng có độ dày rất mỏng, màu rất sáng, hàm lượng chất hữu cơ rất thấp nên không thể được gọi là tầng mollic hay umbric. Tầng ochric có thể rất cứng, chặt khi khô.

(4) Tầng Melanic: tầng có màu sắc đen sậm do chứa hàm lượng chất hữu cơ rất cao (>6% C hữu cơ). Tầng melanic hình thành trên đất có chứa các loại khoáng allophane cao, trên tro núi lửa, đá basalt. Tầng melanic có độ dày >30cm, rất nhẹ (dung trọng rất thấp).

(5) Tầng Histic: là tầng chứa các vật liệu đất hữu cơ nằm trên đất khoáng. Do được hình thành trên vùng ngập nước, nên tầng histic thường là một tầng hữu cơ dày khoảng 20-30cm, có màu đen đến nâu sậm, và có dung trọng rất thấp.

2.2. Các tầng chẩn đoán bên dưới

Có 18 tầng chẩn đoán nằm trong tầng đất sâu được dùng trong phân loại đất. Mỗi tầng chẩn đoán đều nêu lên tính chất của đất để giúp chúng ta xếp nhóm các loại đất trong hệ thống phân loại.

(1) Tầng Argillic: tầng tích tụ sét silicate hoạt động cao do rửa trôi từ tầng trên xuống. Các nhóm cấu trúc đất trong tầng thường bị phủ bởi sét, gọi là lớp phủ sét (argillans hay clay skins). Tầng argillic thường có cấu trúc hình khối.

(2) Tầng Natric: cũng là tầng tích tụ sét silicate (với lớp phủ sét), nhưng sét chứa hàm lượng Na trao đổi >15% trên phức hệ trao đổi và có cấu trúc hình cột hay hình trụ. Tầng natric được tìm thấy trên phần lớn vùng khô hạn và bán khô hạn.

(3) Tầng Kandic: tầng tích lũy oxide Fe, Al và sét silicate hoạt động thấp (sét kaolinite), nhưng không nhất thiết phải có lớp phủ sét. Sét kém hoạt động thể hiện khả năng trao đổi cation thấp (CEC <16cmol/kg sét). Tầng nằm trên tầng kandic thường bị mất rất nhiều hàm lượng sét (tầng phát sinh E).

(4) Tầng Oxic: tầng có mức độ phong hóa rất cao, chứa hàm lượng cao các oxide Fe, Al và sét silicate hoạt động thấp (sét kaolinite). CEC <16cmol/kg sét. Độ dày tầng >30cm và có <10% khoáng dễ phong hóa trong thành phần mịn. Tầng Oxic thường ổn định về mặt vật lý, kết tảng, nhưng không dính, dẻo mặc dù có chứa nhiều sét. Tầng oxic được tìm thấy trên các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới ẩm.

(5) Tầng Spodic: là tầng tích tụ các keo hữu cơ và oxide Al (có thể có hoặc không có Fe) bị rửa trôi từ các tầng trên. Được tìm thấy trên đất rừng lá kim, rửa trôi mạnh, trong vùng có khí hậu lạnh, ẩm, phát triển trên mẫu chất có sa cấu thô.

(6) Tầng Sombric: là tầng tích tụ các chất rửa trôi, có màu tối do tích lũy nhiều chất hữu cơ. Độ bão hòa base thấp, được tìm thấy trên các loại đất vùng cao nguyên, núi có khí hậu lạnh, ẩm trong các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới.

(7) Tầng Albic: là tầng phát sinh E, tầng rửa trôi có màu sáng, hàm lượng sét và oxide Fe, Al thấp. Các vật liệu này phần lớn bị rửa trôi xuống tầng B.

(8) Tầng Calcic: tầng tích lũy muối carbonate (chủ yếu là CaCO_3), thường xuất hiện các đốm trắng như phấn.

(9) Tầng Gypsic: tầng tích lũy thạch cao ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

(10) Tầng Salic: tầng tích lũy các muối hòa tan.

Trong một số các tầng chẩn đoán trong lớp đất sâu có thể hiện diện các vật liệu bị cement hóa hay bị nén chặt, hình thành các lớp không thấm nước, gọi là lớp đất cứng (pan) như các tầng chẩn đoán duripan, fragipan, và placic. Các tầng này ngăn cản sự thấm nước và phát triển của rễ thực vật.

Các tính chất chính của các tầng chẩn đoán dùng trong phân loại ở cấp độ cao.

Tầng chẩn đoán (và tên gọi tầng phát sinh tiêu biểu)	Các tính chất chính
Tầng chẩn đoán trong tầng đất mặt	
Mollic (A)	Dày, màu tối, độ bão hòa base cao, cấu trúc mạnh
Umbric (A)	Tương tự tầng Mollic, nhưng độ bão hòa base thấp
Ochric (A)	Màu sáng, hàm lượng hữu cơ thấp, có thể cứng và nén chặt khi khô
Melanic (A)	Dày, màu đen, hàm lượng hữu cơ cao (>6% C hữu cơ), phổ biến trong đất hình thành trên tro núi lửa
Histic (O)	Hàm lượng hữu cơ rất cao, bị ngập nước 1 phần trong năm
Anthropic (A)	Tầng được cải thiện do tác động của con người, hàm lượng lân dễ tiêu cao
Plaggen (A)	Tầng được cải thiện do tác động của con người do bón phân hữu cơ nhiều năm
Tầng chẩn đoán nằm ở tầng sâu	
Argillic (Bt)	Tích lũy sét silicate hoạt động
Natric (Btn)	Tầng Argillic, có hàm lượng Na cao, cấu trúc hình trụ hay hình cột
Spodic (Bh, Bs)	Tích lũy hữu cơ, oxide Fe, Al
Cambic (Bw, Bg)	Thay đổi do sự di chuyển vật lý hay phản ứng hóa học, thường không có sự tích lũy, mới bắt đầu hình thành

Argic (A hay B)	Tích lũy chất hữu cơ và sét ngay bên dưới tầng đất cày, kết quả của quá trình canh tác
Oxic (Bo)	Phong hóa mạnh, chủ yếu là hỗn hợp oxide Fe, Al và sét silicate hoạt động kém
Duripan (qm)	Tầng cứng, silica bị cement hóa mạnh
Fragipan (X)	Tầng cứng như gạch nung, giòn, dễ vỡ thường có sa cấu thịt, tỉ trọng cao
Albic (E)	Màu sáng, sét và oxide Fe, Al bị rửa trôi mạnh
Calcic (k)	Tích lũy CaCO_3 hay $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$
Gypsic (y)	Tích lũy thạch cao
Salic (z)	Tích lũy muối
Kandic	Tích lũy sét hoạt động kém
Petrocalcic (ym)	Tầng gypsic bị cement hóa
Placic (sm)	Tầng cứng mỏng bị cement hóa với Fe, hay với Mn, hoặc với chất hữu cơ
Sombric (Bh)	Tích lũy chất hữu cơ
Sulfuric (Bj)	Chua mạnh với các đốm màu Jarosite

3. Chế độ ẩm của đất dùng trong phân loại

Chế độ ẩm được xét trong phạm vi độ sâu 10-30cm đối với đất có sa cấu mịn và 30-90cm đối với đất có sa cấu thô.

Một số chế độ ẩm của đất sau đây được sử dụng trong phân loại đất:

3.1. Aquic: đất bão hòa nước một thời gian dài trong năm, đất yếm khí và có hiện tượng gley hóa và hình thành đốm màu. Chế độ ẩm đặc trưng ở vùng có 2 mùa mưa nắng rõ rệt.

3.2. Udic: Ẩm độ đất cao trong năm, thỏa mãn nhu cầu nước của thực vật. Chế độ ẩm này thường xuất hiện trong vùng khí hậu ẩm. Nếu độ ẩm quá cao làm đất ngập nước, rửa trôi mạnh trong năm được gọi là chế độ ẩm perudic.

3.3. Ustic: chế độ ẩm nằm giữa chế độ udic và aridic-thường chế độ này nước chỉ đủ cho thực vật trong một mùa vụ nhất định (khoảng 3 tháng), nhưng có thể có hạn trong một thời gian trong năm.

3.4. Aridic: khô hạn trong thời gian dài và đất chỉ ẩm trong thời gian tổng cộng <90 ngày trong năm. Đây là chế độ ẩm đặc trưng cho vùng khô hạn, sa mạc. Chế độ ẩm **torric** được dùng để chỉ chế độ ẩm tương tự trong một số loại đất có khí hậu nóng và khô trong mùa hè, nhưng có thể không ẩm trong mùa đông.

3.5. Xeric: Chế độ ẩm kiểu khí hậu Địa Trung Hải, lạnh, ẩm trong mùa đông và ẩm, khô trong mùa hè. Tương tự như chế độ ẩm ustic, đặc trưng của chế độ ẩm xeric là có thời gian hạn kéo dài trong mùa hè.

Chế độ ẩm không chỉ hữu ích trong việc phân loại đất mà còn giúp ta sử dụng đất bền vững trong thời gian dài.

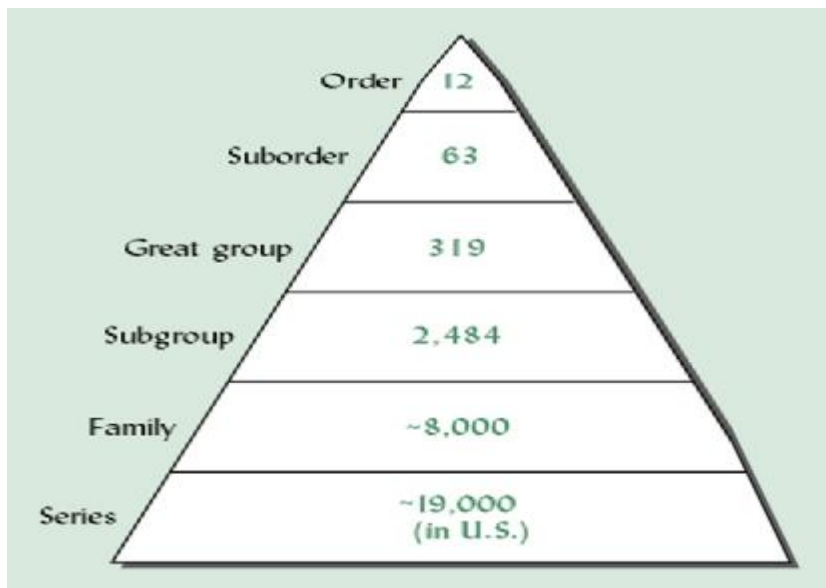
4. Chế độ nhiệt của đất dùng trong phân loại.

Các chế độ nhiệt dùng trong phân loại bao gồm: **frigid**, **mesic**, và **thermic**. Chế độ nhiệt **eryic** được dùng phân loại đất ở cấp độ cao hơn. Các chế độ nhiệt này dựa trên cơ sở nhiệt độ bình quân hàng năm của đất, nhiệt độ bình quân trong mùa hè, và biên độ nhiệt độ giữa mùa hè và mùa đông, ở độ sâu 50cm. Chế độ nhiệt dùng trong phân loại ở cấp độ họ của đất.

5. Các cấp độ và danh pháp trong phân loại đất

5.1. Cấp độ. Trong Soil Taxonomy đất được phân loại theo 7 cấp độ:

- (1) Bộ (order): cấp độ cao nhất (mức độ phân loại tổng quát nhất),
- (2) Bộ phụ (suborder),
- (3) Nhóm lớn (great group),
- (4) Nhóm phụ (subgroup),
- (5) Họ (family),
- (6) Biểu loại (series),
- (7) Tương (phrase).



Các cấp độ trong phân loại đất (theo USDA)

Các cấp độ được sắp xếp có hệ thống theo hình tháp, vì các cấp độ thấp phải tương ứng với các cấp độ cao hơn. Do đó mỗi bộ gồm nhiều bộ phụ; mỗi bộ phụ gồm nhiều

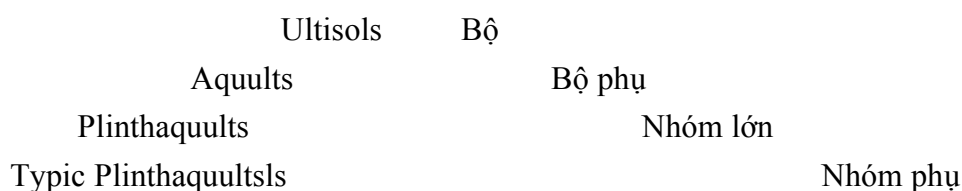
nhóm lớn... Hệ thống phân loại này tương tự như hệ thống phân loại thực vật, động vật. Ví dụ, cây xoài được xác định là một loại thực vật, biểu loại Trảng Bàng, Thủ Đức xác định là một loại đất, hạt kín là cấp độ ngành của thực vật; ultisols là cấp độ Bộ của đất.

5.2. Danh pháp. Điểm nổi bật của soil taxonomy là sử dụng danh pháp để xác định tên các loại đất khác nhau. Mặc dù có thể chúng ta không quen khi lần đầu tiếp xúc, nhưng hệ thống danh pháp được xây dựng rất hợp lý trong diễn tả các thông tin về đất khi được đặt tên. Hệ thống này tương đối đơn giản và dễ nhớ.

(1) Tên bộ: tên bộ của các đơn vị phân loại được kết hợp bởi nhiều từ, phần lớn các từ này có nguồn gốc tiếng Latin hay Hy Lạp. Vì một phần của tên đất đều diễn tả các tính chất cơ bản của đất, nên bản thân tên gọi sẽ mô tả được tính chất của loại đất. Ví dụ, bộ Aridisols (tiếng Latin aridus có nghĩa là khô, và solum có nghĩa là đất) là đất hình thành trong vùng khô hạn, Inceptisols (inceptum: bắt đầu; solum: đất) là đất mới bắt đầu phát triển phẫu diện. Tên của bộ đất bao gồm: **(1) các yếu tố hình thành (thường xác định tính chất của đất) và (2) từ cuối là sols.**

(2) Tên bộ phụ: tên bộ phụ cũng tự động xác định tên bộ của chúng. Ví dụ, bộ phụ Aquults là đất ngập nước (aqua: nước) của bộ Ultisols.

(3) Tên nhóm lớn: tương tự, tên của nhóm lớn xác định bộ phụ và bộ của chúng. Plinthaquults là đất aquults, tầng tích tụ sét hay tầng argillic có sự hiện diện của plinthite. Sơ đồ sau chú ý đến các chữ oll xác định mỗi cấp độ thấp hơn trong bộ mollisols.



(4) Tên nhóm phụ: Nếu chỉ biết tên nhóm phụ, ta có thể biết được tên nhóm lớn, bộ phụ và bộ của đất.

(5) Tên họ: được xác định bằng tên nhóm phụ cộng với tính chất sa cấu, thành phần khoáng học, và chế độ nhiệt của đất trong vòng độ sâu 50cm. Ví dụ tên Typic Plinthaquults, thịt, hỗn hợp, isohyperthermic, hoạt động kém là họ đất của bộ phụ Typic Plinthaquults với sa cấu trung bình, thành phần sét hỗn hợp, chế độ nhiệt isohyperthermic (nhiệt độ bình quân hàng năm >22°C, biên độ nhiệt trong năm <6°C), sét hoạt động kém (CEC sét thấp).

(6) Tên biểu loại: tên biểu loại đất được đặt tên theo sau tên làng xã, sông..., gần nơi loại đất này được tìm thấy đầu tiên trong 1 quốc gia (vùng). Ví dụ biểu loại đất Trảng

Bàng (loại đất xám phù sa cổ) biểu loại Đức Hòa (loại đất phèn), biểu loại Trảng Bom (đất đỏ).

Chìa khóa phân loại đất cho cấp độ Bộ.

1. Đất bị đóng băng trong vòng 100cm: **gelisol**
2. Đất có tầng hữu cơ > 40cm, không có tính chất andic (vật liệu núi lửa): **Histosol**
3. Có tầng spodic trong vòng 1,2m; không có tính chất andic: **Spodosol**
4. Có tính chất andic (vật liệu núi lửa): **Andosol**
5. Có tầng oxic trong vòng 150cm: **Oxisol**
6. Có > 30% sét có tính có trương trong vòng 50cm: **Vertisol**
7. Vùng khí hậu khô hạn, có tầng B: **Aridisol**
8. Có tầng Argillic, BS < 35% trong vòng 2m: **Ultisol**
9. Có tầng mặt Mollic, BS > 50% trong vòng 1,2m: **Mollisol**
10. Có tầng Argillic/Natric, BS > 35%: **Alfisol**
11. Có tầng Cambic/sulfuric/calcic, gypsic: **Inceptisol**
12. Không thuộc các bộ đất trên: **Entisol**

Chìa khóa phân loại 12 bộ đất, khi sử dụng luôn luôn bắt đầu từ trên xuống

Trong chìa khóa phân loại, các bộ kế nhau không liên quan đến mức độ phát triển của đất

Câu hỏi nghiên cứu

1. Điểm khác biệt chính của bộ Ultisols và Alfisols? Inceptisols và Entisols?
2. Sử dụng chìa khóa phân loại để xác định tên bộ đất có các tính chất sau: có tầng argillic ở độ sâu 30cm, cấu trúc hình cột. Giải thích tại sao thuộc bộ đất mà anh chị chọn?
3. Trong 5 yếu tố hình thành đất, chọn 2 yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến sự hình thành các đặc điểm của các bộ đất sau: Vertisols, Ultisols, Oxisols, Spodosols, Andisols.
4. Nêu tên các bộ đất của các bộ phụ sau: Psamment, Udolls, Argids, Udepts, Fragiudalfs, Haplustox, Calciusterts, Aquults, Aquepts.
5. Nêu tên các cấp độ phân loại đất theo soil taxonomy? Ý nghĩa của các nhóm đất sau đây trong xây dựng: Paleudults, Fragiudults, Saprist, Plinthaquults.
6. Nêu các tính chất chính của các loại đất có tên phân loại sau: Typic Plinthaquults, Humic Plinthaquults, Typic Sulfaquepts, Aeric Sulfaquepts, Typic Halaquents, Salic Halaquents.

Chương 3. PHÂN LOẠI ĐẤT
BÀI 2. CÁC LOẠI ĐẤT: TÍNH CHẤT VÀ SỬ DỤNG

Theo soil taxonomy, đất trên thế giới được phân làm 12 bộ, dựa trên các tính chất chính phản ánh quá trình phát sinh đất, trong đó chú trọng đến sự xuất hiện các tầng chẩn đoán. Ví dụ, nhiều loại đất phát triển trên thảm thực vật đồng cỏ tự nhiên, khí hậu ôn hòa thường có các tầng chẩn đoán tương tự như có tầng mặt Mollic-dày, sậm màu, cation trao đổi cao. Các loại đất có cùng tính chất như thế được xem như có cùng tiến trình hình thành đất, nên được xếp vào cùng 1 bộ: Mollisols. Chú ý là tên bộ luôn tận cùng là sols.

Các điều kiện môi trường ảnh hưởng đến tiến trình hình thành các bộ đất được trình bày trong hình sau. Từ các tính chất trong phẫu diện đất, các nhà khoa học đất có thể dự đoán được phần nào mức độ phát triển của đất đó. Đất chưa hình thành tầng chẩn đoán trong phẫu diện (Bộ Entisols) là đất kém phát triển nhất, ngược lại đất phong hóa mạnh (Oxisols và Ultisols) biểu hiện sự phát triển mạnh nhất.

Trong 1 cấp độ nhất định, các bộ đất hiện diện trong các vùng khí hậu đặc biệt có thể được mô tả bằng chế độ ẩm và chế độ nhiệt.

1. Nguồn gốc và đặc điểm chính của tên các bộ đất trong soil taxonomy.

Tên	Yếu tố hình thành	Nguồn gốc	Các tính chất chính
Altisols	alt	ký hiệu không có nghĩa	có tầng argillic, natric, hoặc kandic, độ bão hòa base trung bình đến cao
Andisols	and	Nhật, ando, đất đen	từ sự phun trào núi lửa, sét allophane hay phức Al-mùn cao
Aridisols	id	L. aridus, khô	đất khô, tầng mặt ochric, đôi khi có tầng argillic hay natric
Entisols	ent	ký hiệu không có nghĩa	phẫu diện ít phát triển, thường có tầng ochric
Gelisols	el	Gk. gelid, rất lạnh	đóng băng
Histosols	ist	Gk., Histos, mô tế bào	than bùn, >20% chất hữu cơ
Inceptisols	ept	L. inceptum, bắt đầu	đất mới bắt đầu phát triển, chỉ có tầng ochric, umbric hay cambic
Mollisols	oll	L. Mollis, tơ xốp	có tầng mollic, độ bão hòa base cao,

			đất có màu sậm, một số có tầng argillic hay natric.
Oxisols	ox	Pháp, oxide	có tầng oxíc, không có tầng argillic, phong hóa mạnh
Spodosols	od	Gk. spodos, tro gỗ	có tầng spodic với sự tích lũy của oxide Fe, Al, mùn
Ultisols	ult	Gk. ultimus, cuối cùng	có tầng argillic hay natric, độ bão hòa base thấp
Vertisols	ert	L. verto, trở lại	sét trương nở cao, tạo khe nứt sâu khi khô

2. % Diện tích các bộ và bộ phụ đất trên thế giới.

Bộ	Bộ phụ	%	Sử dụng đất chính	độ phì tự nhiên
Alfisols	Aqualfs	0.64	nông, lâm nghiệp	cao
	Cryalfs	1.94	lâm nghiệp	cao
	Udalfs	2.09	nông lâm	cao
	Ustalfs	4.36	nông nghiệp	cao
	Xeralfs	0.69	đồng cỏ	cao
Andisols	Cryands	0.20	rừng	trung bình
	Xerands	<0.01	rừng, đồng cỏ	trung bình
Aridisols	Argids	4.17	nông nghiệp,	thấp - t. bình
	Calcids	3.75	đồng cỏ	thấp
	Cambids	2.23	đồng cỏ	thấp
	Cryids	0.73	đồng cỏ	thấp
	Durids	<0.1	đồng cỏ	thấp
	Gypsids	0.53	đồng cỏ	thấp
	Salids	0.69	đồng cỏ	thấp
Entisols	Aquents	<0.01	đất ngập nước	trung bình
	Fluvents	2.02	nông nghiệp	trung bình
	Psamments	3.41	đồng cỏ	thấp
	Orthents	10.58	rừng, đồng cỏ	thấp
Gelisol	Histels	0.77	đầm lầy	trung bình
	Orthels	3.02	rừng	trung bình
	Turbels	4.88	rừng	trung bình

Histosols	Hemists	0.76	đất ngập nước	cao
	Saprists	0.26	đất ngập nước	cao
Inceptisols	Aquepts	2.42	nông nghiệp	thấp-cao
	Cryepts	1.5	rừng	trung bình
	Udepts	4.0	rừng	thấp-T.bình
	Ustepts	1.0	đồng cỏ	thấp-cao
	Xerepts	1.0	rừng, đồng cỏ	T.bình-cao
Mollisols	Aquolls	<0.1	hỗn hợp nông nghiệp	cao
	Cryolls	0.90	và đồng cỏ, rừng	
	Idolls	0.97		
	Ustolls	4.04		
	Xerolls	0.71		
Oxisols	Perox	0.90	rừng	thấp
	Udox	4.01	rừng	
	Ustox	2.39	rừng	
Spodosols	Aquods	<0.01	rừng	thấp
	Cryods	1.90		
	Orthods	0.51		
Ultisols	Aquults	0.99	rừng và nông nghiệp	thấp
	Udults	4.27		
	Ustults	2.96		
Vertisols	Aquerts	<0.05	đất ngập nước	cao
	Torrerts	0.69	đồng cỏ	
	Uderts	0.31	nông nghiệp	
	Usterts	1.36	đồng cỏ	

3. Các bộ đất theo thứ tự mức độ phát triển của chúng.

3.1. BỘ ENTISOLS (đất mới, chưa phát triển phẫu diện)

Bộ phụ:

- Aquents (ngập nước)
- Arents (tầng mặt bị xáo trộn)
- Fluvents (bồi tích phù sa)
- Orthents (tiêu biểu)
- Psamment(cát)

a. Đặc điểm. Các loại đất khoáng phát triển rất yếu, chưa hình thành tầng chẩn đoán trong tầng đất sâu, hay chỉ mới bắt đầu hình thành các tầng chẩn đoán mặt, được xếp vào bộ Entisols. Phần lớn bộ Entisols có tầng mặt ochric, một ít có thể có tầng agric

hay anthropic, do tác động của con người. Khả năng sản xuất của đất Entisols rất biến động, từ loại đất có khả năng sản xuất cao như đất phù sa sông, biển mới bồi, đến các loại đất có khả năng sản xuất rất thấp như đất hình thành trên sườn tích từ nơi dốc đá cao, cồn cát, sa cẩu thô.

Đây là bộ đất rất đa dạng. Entisols có thể là các loại đất rất trẻ do điều kiện môi trường khắc nghiệt, không hội đủ các yếu tố môi trường tác động đến mẫu chất trong quá trình hình thành đất, hay mẫu chất là dung nham núi lửa và phù sa mới bồi, không đủ thời gian để hình thành đất. Các vùng khô hạn, thiếu nước và thảm thực vật không phát triển nên cũng hạn chế tốc độ hình thành đất. Nhưng trong điều kiện ngập nước liên tục cũng làm chậm quá trình hình thành đất. Một số loại đất Entisols hình thành trên đất dốc cao, tốc độ xói mòn cao, cản trở quá trình phát triển tầng chân đoán. Một số khác có thể do hoạt động của con người như tiến hành xây dựng, đưa tầng mẫu chất từ dưới sâu lên (đất này được đề nghị gọi là urbents, hay đất Entisols đô thị).

b. Phân bố và sử dụng. Entisols chiếm 16% diện tích đất toàn cầu. Phạm vi phân bố của Entisols rất rộng, từ vùng núi cao cho đến các vùng trũng ngập nước thường xuyên, như Psamments ở vùng sa mạc, Fluvents (phù sa mới) ở các vùng canh tác lúa nước ven sông.

Khả năng sử dụng đất trong nông nghiệp rất biến động tùy thuộc vào vị trí và tính chất của Entisols. Nếu bón phân đầy đủ và kiểm soát được nước, một số đất Entisols có khả năng sản xuất cao. Entisols trên các vùng đất phù sa mới là các loại đất có độ phì nhiêu cao trên thế giới. Do hiện diện trên địa hình bằng phẳng, tưới tiêu chủ động, dinh dưỡng được bổ sung theo từng chu kỳ lũ, nên là những nơi khá tập trung dân cư hiện nay. Tuy nhiên, khả năng sản xuất của Entisols bị hạn chế do độ dày tầng đất mỏng, hàm lượng sét thấp, khả năng giữ nước kém.

3.2. BỘ INCEPTISOLS (đất bắt đầu phát triển, có ít đặc điểm chẩn đoán: bắt đầu hình thành tầng phát sinh B)

Bộ phụ:

Anthrepts (tác động của con người, tầng mặt sậm màu, hàm lượng lân cao)

Aquepts (ngập nước)

Cryepts (rất lạnh)

Udepts (khí hậu ẩm)

Ustepts (bán khô hạn)

Xerepts (mùa hè nóng, mùa đông ẩm)

a. Tính chất. Là đất bắt đầu hình thành tầng chẩn đoán, một số có tầng chẩn đoán rõ ràng. Tuy nhiên, các tính chất của phẫu diện đất chưa phát triển thuần thực. Ví dụ tầng

Cambic, Sulfuric trong đất thuộc bộ Inceptisols, chỉ biểu hiện một ít thay đổi về màu sắc và cấu trúc, chưa có hẳn tầng tích tụ để hình thành tầng argillic. Một số các tầng chẩn đoán khác có thể hiện diện trong Inceptisols là duripans, fragipans, calcic, gypsic và sulfidic. Tầng mặt trong bộ Inceptisols chủ yếu là ochric, mặc dù đôi khi cũng hiện diện các tầng plaggen hay tầng mollic, umbric yếu. Phẫu diện của bộ Inceptisols có phát triển hơn so với Entisols, nhưng chưa đủ mức độ để xếp vào các bộ đất khác. ***Các loại đất có hình thái phẫu diện phát triển yếu hình thành trên vùng khô hạn, đóng băng hay có đặc tính andic (đất trên đá basalt) không thuộc bộ Inceptisols. Các loại đất này thuộc bộ Aridisols, Gelisols và Andisols.***

b. Phân bố và sử dụng. Inceptisols phân bố khắp nơi trên thế giới, chiếm tỉ lệ khoảng 9% diện tích. Cũng như Entisols, bộ Inceptisols được tìm thấy trên hầu hết các vùng khí hậu và địa hình. Bộ này thường chiếm ưu thế trên vùng núi, nhất là vùng núi nhiệt đới, nhưng cũng là bộ đất quan trọng trong các vùng lúa nước châu Á.

Inceptisols trong vùng ẩm có bộ phụ là Udepts thường có tầng mặt mỏng, sáng (tầng ochric). Độ phì tự nhiên của Inceptisols rất khác nhau tùy vùng. Có vùng khả năng sản xuất của Inceptisols rất cao, nhưng có một số vùng lại có độ phì nhiêu rất thấp, sử dụng cho việc trồng rừng.

3.3. BỘ ANDISOLS (đất phát triển trên dung nham núi lửa- Đá basalt)

Bộ phụ:

- Aquands (ngập nước)
- Ustands (ẩm/ khô)
- Cryands (lạnh)
- Vitrands (thủy tinh núi lửa)
- Torrands (nóng, khô)
- Xerands (mùa hè nóng, mùa đông ẩm)
- Udands (ẩm)

a. Đặc điểm. Andisols được hình thành trên tro hay bột đá núi lửa và thường được tìm thấy xung quanh vùng chịu ảnh hưởng của núi lửa có thời gian địa chất ngắn. Andisols thường có thời gian phong hóa rất ngắn. Tiến trình hình thành đất chính là sự phong hóa nhanh chóng núi lửa thành sản phẩm vô định hình khoáng silicate vô định hình hay chỉ có cấu trúc tinh thể kém như khoáng allophone, imogolite và oxy-hydroxide Fe (ferrihydrite). Có sự tích lũy chất hữu cơ khá cao, nhưng chưa đủ để hình thành tầng histic, do chất hữu cơ hình thành các phức mùn Al. Các keo này rất ít di chuyển trong đất, nên sự hình thành tầng chẩn đoán xảy ra rất chậm. Cũng như Entisols và Inceptisols, bộ Andisols là bộ đất trẻ, thường chỉ phát triển trong thời gian khoảng

5000-10000 năm gần đây. Andisols có một đặc điểm là có đặc tính andic, hình thành do loại mẫu chất có nguồn gốc tro núi lửa.

Andisols có tầng mang đặc tính andic dày tối thiểu 35cm, trong vòng độ sâu 60cm của đất. Vật liệu có tính andic phải chứa hàm lượng thủy tinh núi lửa hay hàm lượng khoáng Al, Fe vô định hình cao. Do có chứa các loại vật liệu này cao và chứa hàm lượng chất hữu cơ cao, nên đất Andisols có cấu trúc rất tốt, khả năng giữ nước cao, hạn chế được xói mòn. Andisols thường có độ phì nhiêu cao, ngoại trừ một yếu điểm là khả năng cố định lân cao. Một số Andisols có tầng mặt melanic, một tầng mặt có hàm lượng chất hữu cơ cao và sậm màu.

b. Phân bố và sử dụng. Andisols chiếm khoảng 1% diện tích đất trên thế giới và được tìm thấy trên các vùng có tro núi lửa tích tụ dày. Andisols trên các vùng có khí hậu ẩm (chế độ ẩm udic) thường là loại đất có độ phì nhiêu cao.

3.4. Bộ GELISOLS (đất vùng băng giá).

Bộ phụ:

Histels (hữu cơ)

- Turbels (xáo trộn do băng giá)
- Orhtels (không có điểm nổi bật, tiêu biểu)

Bộ đất được tìm thấy ở các vùng băng giá, gồm có các bộ phụ: Histels (hữu cơ), Orhtels (không có điểm nổi bật).

3.5. Bộ HISTOSOLS (đất hữu cơ không bị băng giá)

Bộ phụ:

Fibrists (chất hữu cơ chưa phân giải)

- Hemists (chất hữu cơ phân giải một phần)
- Folists (tích lũy lá thực vật thành từng lớp)
- Saprists (chất hữu cơ phân giải hoàn toàn).

a. Đặc điểm. Histosols hình thành trong điều kiện môi trường yếm khí nên phẫu diện phát triển rất yếu. Tiến trình hình thành đất chính trong bộ Histosols là sự tích lũy các mẫu chất hữu cơ phân giải một phần nhưng không có băng giá. Histosols bao gồm một hay nhiều lớp mẫu chất hữu cơ dày. Histosols có tầng hữu cơ dày hơn 40cm trong vòng độ sâu 80cm, hay chiếm 2/3 độ dày đất mỏng có tầng đá nền nông.

Không phải tất cả đất ngập nước là Histosols, nhưng tất cả Histosols (trừ Folists) đều hiện diện trong môi trường ngập nước. Sự phân biệt các tầng chẩn đoán chủ yếu dựa trên loại chất hữu cơ tích tụ trong đất.

Do chứa nhiều chất hữu cơ nên Histosols thường có màu đen hay nâu đậm. Histosols có trọng lượng rất nhẹ, tỉ trọng khoảng 10-30% so với các loại đất khoáng. Khả năng giữ nước trên đơn vị trọng lượng rất cao. Khả năng giữ nước trên đơn vị trọng lượng đối với đất khoáng khoảng 20-40%, đất Histosols có khả năng giữ nước khoảng 200-400% tính theo trọng lượng khô. Tuy nhiên, do có tỉ trọng thấp, nên khả năng giữ một lượng nước trên 1 ha (hay trên đơn vị thể tích) của đất Histosols tương đương với đất khoáng có cấu trúc tốt.

b. Phân bố và sử dụng. Mặc dù chỉ chiếm khoảng 1% diện tích trên thế giới, nhưng Histosols có vai trò quan trọng trong các vùng ngập nước. Tuy có vai trò sinh thái quan trọng trong môi trường ngập nước tự nhiên nhưng không được bảo vệ hay sử dụng không hợp lý, nên nhiều vùng đất hữu cơ được đưa vào sản xuất nông nghiệp. Một số Histosols hình thành nên các vùng có khả năng sản xuất cao, nhưng do tính chất đặc biệt của mẫu chất hữu cơ nên có yêu cầu kỹ thuật như bón vôi, phân bón, làm đất, tiêu nước khác với các loại đất khoáng.

Nếu gieo trồng các thực vật khác không ngập nước, mực nước ngầm luôn bị hạ thấp dần để tạo thoáng khí cho vùng rễ, sẽ làm thay đổi môi trường đất làm cho chất hữu cơ bị oxy hóa, có thể bị mất khoảng 5cm/năm trong các vùng nhiệt đới. Để hạn chế sự oxy hóa chất hữu cơ cần phải luôn giữ mực nước ngầm cao. Nhưng thích hợp nhất trong việc sử dụng đất hữu cơ là bảo tồn chúng trong điều kiện ngập nước như nguyên thủy. Một số nơi, Histosols được để khai thác nguồn than bùn dùng sản xuất phân hữu cơ hay chất đốt.

3.6. BỘ ARIDISOLS (đất khô hạn)

Bộ phụ:

Argids (sét)

Durids (duripan)

Calcids (carbonate)

Gypsids (gypsum)

Cambids (tiêu biểu)

Salids (mặn)

Cryids (lạnh)

a. Đặc điểm. Aridisols chiếm khoảng 12% diện tích đất trên thế giới. Đặc điểm chính của đất này là thiếu nước. Ấm độ đủ cho thực vật phát triển thường ít hơn 90 ngày trong năm. Thảm thực vật tự nhiên chủ yếu là cây bụi và cỏ thấp rải rác. Tầng mặt thường có tầng chẩn đoán khác nhau giữa nơi có thực vật và nơi đất trống.

Aridisols thường có tầng mặt ochric, màu sáng và rất ít chất hữu cơ. Các tiến trình hình thành đất chính là sự tái phân bố các chất hòa tan, nhưng do thiếu nước nên các chất này bị tích lũy trong phẫu diện. Đất này thường có các tầng tích tụ calcic, gypsic, salic, natric. Trong một số trường hợp, carbonate bị cement hóa với các hạt đất và mảnh vụn thô trong tầng tích tụ, hình thành tầng rất cứng gọi là tầng petrocalcic. Tầng này ngăn cản sự phát triển của rễ thực vật, và tạo khó khăn khi đào bới, xây dựng. Một số Aridisols có tầng argillic (Argids), hình thành trong vùng khí hậu ẩm ướt trong các vùng có khí hậu ẩm ướt từ xa xưa, nhưng nay là sa mạc. Trên các vùng đất dốc, do xói mòn mạnh nên tầng argillic không thể hình thành, nên đất chiếm ưu thế là Cambids (Aridisols có tầng Cambic yếu).

Các tầng đất của Aridisols thường ẩm trong một thời gian rất ngắn (ngoài trừ nơi có hệ thống tưới), nên chỉ có thể đủ nước cho một số loại thực vật thích ứng với điều kiện sa mạc. Nếu mực nước ngầm cao có thể có sự tích lũy muối hòa tan trong tầng mặt, gây độc cho thực vật.

b. Phân bố và sử dụng. Aridisols chiếm 12% diện tích đất thế giới, chủ yếu tập trung trong các vùng sa mạc hiện nay.

Nếu không có hệ thống tưới, Aridisols không thích hợp cho sản xuất nông nghiệp. Một số vùng sử dụng cho đồng cỏ chăn thả tự nhiên, nhưng hiệu quả thấp.

3.7. VERTISOLS (đất có màu sẫm, chứa sét có tính co trương cao, hình thành các khe nứt rộng)

Bộ phụ:

- Aquerts (ngập nước)
- Uderts (khí hậu ẩm)
- Cryerts (lạnh)
- Usterts (ẩm/khô)
- Torrerts (mùa hè nóng, rất khô)
- Xererts (mùa hè khô, mùa đông ẩm)

a. Đặc điểm. Tiến trình hình thành đất chính ảnh hưởng đến Vertisols là sự trương nở và co ngót của sét trong chu kỳ khô ẩm của đất. Vertisols chứa hàm lượng sét có tính co trương cao (>30%) trong vòng độ sâu 1m. Phần lớn Vertisols có màu sẫm, đen sâu đến hơn 1m. Tuy nhiên, không như các loại đất khác, màu sẫm của Vertisols không nhất thiết phải chứa hàm lượng chất hữu cơ cao. Hàm lượng chất hữu cơ trong Vertisols biến động từ 1-6%.

Vertisols tiêu biểu phát triển trên đá vôi, basalt hoặc các mẫu chất chứa nhiều calcium, magnesium khác. Vertisols được tìm thấy chủ yếu ở các vùng cận nhiệt đới và bán khô

hạn, có khí hậu nóng. Thực vật tự nhiên là đồng cỏ. Vertisols thường hình thành trên các vùng có thời gian khô hạn khoảng vài tháng trong năm. Mùa khô sét bị co ngót, hình thành các vết nứt sâu, rộng, đây là đặc điểm để phân loại bộ đất này. Tầng mặt thường có cấu trúc viên, các viên này dễ bị chui lọt vào các khe nứt, phát sinh sự biến đổi tính chất của đất.

Khi mưa, các khe nứt đầy nước, sét trương nở. Chu kỳ co-trương này sẽ hình thành các bề mặt khe nứt trở nên trơn láng, các khối đất trong tầng sâu tách rời ra và trượt theo các vết nứt này. Hiện tượng này gọi là vết trượt (slickensides). Hiện tượng này làm cho bề mặt đất nhấp nhô, nơi cao nơi thấp. Chú ý là hiện tượng này không nhìn thấy trên đất canh tác.

b. Phân bố và sử dụng. Vertisols chiếm khoảng 2.5% diện tích đất thế giới. Do có đặc tính co trương cao, nên Vertisols gây ra nhiều khó khăn trong xây dựng và cả trong nông nghiệp. Vertisols rất dính, dẻo khi ướt, và rất cứng khi khô, nên chế độ ẩm của đất này có ý nghĩa rất lớn trong việc làm đất. Nhiều nông dân gọi đất này là đất 24 giờ, vì hôm nay có thể rất ướt, nhưng ngày mai lại quá khô, nên thời gian làm đất có thể thực hiện bất kì thời gian nào khi ẩm độ thích hợp.

Ngay cả khi ẩm độ thích hợp, năng lượng cần thiết cho việc làm đất Vertisols cũng cao hơn các bộ đất khác. Những nghiên cứu gần đây cho thấy nếu áp dụng các biện pháp kỹ thuật thích hợp, Vertisols có thể cho năng suất cây trồng gia tăng. Tuy nhiên đất Vertisols rất nhạy cảm với sự thoái hóa và xói mòn (mặc dù phân bố chủ yếu trên đất dốc ít), nên việc bảo tồn các loại đất này bằng các biện pháp kỹ thuật thích hợp có tầm rất quan trọng.

3.8.MOLLISOLS (đất đồng cỏ toi xốp, sậm màu)

Bộ phụ:

- Albolls (có tầng albic)
- Udolls (ẩm)
- Aquolls (ngập nước)
- Ustolls (ẩm/khô)
- Cryolls (rất lạnh)
- Xerolls (mùa hè khô, mùa đông ẩm)
- Rendolls (có vôi)

a.Đặc điểm. Tiến trình chính trong hình thành đất Mollisols là sự tích lũy các chất hữu cơ giàu calcium, phần lớn từ hệ thống rễ của các đồng cỏ (thảo nguyên), để hình thành tầng mặt mollic dày, toi xốp. Đây là đặc điểm chính của Mollisols. Tầng mặt giàu mùn thường sâu đến 60-80cm và có hàm lượng Ca, Mg cao. Độ bão hòa base >50%.

Mollisols trong vùng ẩm thường có tầng mollic chứa hàm lượng chất hữu cơ cao, sậm màu và dày hơn so với Mollisols trên các vùng có chế độ ẩm thấp. Tầng mặt thường có cấu trúc viên, cụm. Cấu trúc này làm đất không cứng khi bị khô. Ngoài tầng mollic, Mollisols có thể có các tầng argillic, natric, albic, hoặc cambic nhưng không bao giờ có tầng oxic hay spodic.

Phần lớn Mollisols hình thành trên đồng cỏ, khí hậu ôn đới.

b. Phân bố và sử dụng. Mollisols chủ yếu tập trung ở các thảo nguyên vùng ôn đới, chiếm khoảng 7% diện tích trên thế giới. Do có độ phì cao nên tỉ lệ sản xuất cây trồng trên các vùng đất này khá cao. Tuy nhiên, nếu canh tác lâu dài cần chú ý đến sự thoái hóa đất và xói mòn.

3.9. ALFISOLS (đất có tầng B Argillic hay Natric, độ bão hòa bases từ trung bình đến cao)

Bộ phụ:

- Aqualfs (ngập nước)
- Ustalfs (ẩm/khô)
- Cryalfs (lạnh)
- Xeralfs (mùa hè khô, mùa đông ẩm)
- Udalfs (ẩm)

a. Đặc điểm. Alfisols được tìm thấy trong các vùng khí hậu lạnh đến ẩm, nhưng cũng có thể hiện diện trong các vùng nhiệt đới bán khô hạn, và vùng khí hậu địa trung hải. Phần lớn Alfisols hình thành trên vùng rừng thay lá hằng năm.

Đặc điểm chính của Alfisols là sự hiện diện của tầng tích tụ sét. Tầng này bị rửa trôi trung bình, nên độ bão hòa base >35%. Phần lớn tầng tích tụ B của Alfisols là Argillic (tầng tích sét), nhưng nếu sét có chứa Na trao đổi >15% và có cấu trúc hình trụ hay hình cột thì được gọi là tầng natric. Một số Alfisols vùng cận nhiệt đới ẩm có thể có tầng kandic (tầng tích tụ sét có khả năng trao đổi cation thấp).

Alfisols rất ít khi có tầng mollic, mà chủ yếu là các tầng ochric, umbric. Alfisols hình thành trong vùng rừng thay lá thường hình thành tầng E albic ngay dưới tầng A.

b. Phân bố và sử dụng. Alfisols chiếm khoảng 10% diện tích đất thế giới, tập trung chủ yếu trong các khu rừng rụng lá hằng năm. Là loại đất có khả năng sản xuất cao, nhất là rừng lấy gỗ.

3.10. ULTISOLS (đất có tầng B Argillic, độ bão hòa bases thấp)

Bộ phụ:

- Aquults (ngập nước)

- Ustults (ẩm/khô)
- Humults (mùn cao)
- Xerults (mùa hè khô, mùa đông ẩm)
- Udults (ẩm)

a.Đặc điểm. Tiến trình chính trong hình thành đất Ultisols là sự phong hóa các khoáng sét, chuyển vị sét, tích tụ sét trong tầng argillic hay kandic, và sự rửa trôi mạnh các base. Phần lớn Ultisols hình thành trong vùng khí hậu nhiệt đới nóng, ẩm. Ultisols là loại đất già cỗi. Thường có tầng mặt ochric, nhưng đặc điểm chính là Ultisols có tầng argillic chua, độ bão hòa base <35%. Nếu sét trong tầng tích tụ có tính hoạt động cao, gọi là tầng argillic, nhưng nếu sét hoạt động thấp, gọi là tầng kandic. Ultisols thường hiện diện cả 2 tầng chẩn đoán, tầng mặt và tầng tích tụ bên dưới.

Ultisols có mức độ phong hóa cao hơn và chua hơn Alfisols, nhưng ít chua hơn Spodosols, và mức độ phong hóa yếu hơn Oxisols. Ngoại trừ vùng bị ngập nước, phần lớn tầng B của Ultisols có màu vàng, đỏ, là biểu hiện của sự tích tụ oxide Fe. Một số Ultisols hình thành trong điều kiện nước ngầm lên xuống, sự tích tụ các đốm màu giàu sắt tạo nên tầng plinthite. Plinthite mềm khi ướt, nhưng rất cứng khi khô.

b.Phân bố và sử dụng. Ultisols chiếm khoảng 8% diện tích đất thế giới. Là bộ đất khá quan trọng trong sản xuất nông nghiệp ở vùng Đông Nam Á.

Mặc dù độ phì tự nhiên không cao như Alfisols và Mollisols, nhưng nếu áp dụng các biện pháp kỹ thuật canh tác thích hợp, Ultisols sẽ cho khả năng sản xuất cao. Do phân bố chủ yếu trên các vùng có vũ lượng cao, nên có thể canh tác nhiều vụ cây trồng trong năm. Sét silicate trong Ultisols thường không quá dính khi ướt, và chứa nhiều oxide Fe, Al nên việc làm đất dễ dàng. Nếu bón đủ phân bón và vôi có thể làm tăng khả năng sản xuất của đất Ultisols. Hiện nay nhiều vùng đất Ultisols được cải tạo đã làm tăng sản lượng cây trồng đáng kể. Ultisols cũng được sử dụng làm đất rừng trồng trên nhiều nước.

3.11.SPodosols (đất rừng, chua, thành phần cơ giới nhẹ, độ bão hòa bases thấp)

Bộ phụ:

- Aquods (ngập nước)
- Humods (mùn)
- Cryods (đóng băng)
- Orthods (tiêu biểu)

a.Đặc điểm. Phần lớn Spodosols hình thành trên mẫu chất chua, có sa cấu thô. Spodosols chỉ hiện diện trên vùng khí hậu ẩm ướt, lạnh (ôn đới). Rửa trôi mạnh, chua

là đặc điểm chính của tiến trình hình thành bộ Spodosols. Spodosols là đất khoáng có tầng chẩn đoán spodic, là tầng tích tụ các chất hữu cơ, và oxide Al (có thể có hoặc không có oxide Fe) bị rửa trôi từ tầng trên. Spodic thường là tầng mỏng, sậm màu nằm ngay dưới tầng E albic.

Spodosols hình thành dưới thảm thực vật rừng, đặc biệt là rừng lá kim, loại lá thực vật có hàm lượng Ca, Mg thấp nhưng hàm lượng nhựa acid cao. Các acid này khi phân giải sẽ giải phóng ra dung dịch đất và tạo phức với Al, Fe sau đó bị rửa trôi xuống bên dưới và kết tủa, tích tụ lại ở tầng spodic.

b. Phân bố và sử dụng. Spodosols chiếm khoảng 3% diện tích đất thế giới, tập trung chủ yếu ở vùng rừng lá kim ôn đới, và một số ít vùng núi cao nhiệt đới, nhưng có tính chất khí hậu tương tự vùng ôn đới.

Spodosols có độ phì nhiêu tự nhiên không cao. Nhưng khi được bón phân đầy đủ đất này sẽ có khả năng sản xuất cao. Do có sa cấu thô và hiện diện trong vùng có vũ lượng cao, nên vấn đề ô nhiễm nước ngầm do rửa trôi các loại phân bón và hóa chất bảo vệ thực vật hòa tan đã trở thành vấn đề nghiêm trọng đối với môi trường trong các vùng sản xuất nông nghiệp. Nên duy trì rừng trên đất Spodosols do tính chất của chúng là khá chua và khả năng đệm kém.

3.12. OXISOLS (đất có tầng B oxic, phong hóa mạnh)

Bộ phụ:

- Aquox (ngập nước)
- Udox (ẩm)
- Perox (rất ẩm)
- Ustox (ẩm/khô)
- Torrox (nóng, khô)

a. Đặc điểm. Oxisols là bộ đất có mức độ phong hóa mạnh nhất trong hệ thống phân loại. Oxisols hình thành trong vùng khí hậu nóng và ẩm quanh năm; vì vậy thực vật tự nhiên thường là các khu rừng mưa nhiệt đới. Tuy nhiên, ngày nay một số Oxisols được tìm thấy ở các vùng có khí hậu khô hơn. Đặc điểm để nhận dạng bộ Oxisols là sự hiện diện của tầng chẩn đoán oxic. Tầng oxic chứa hàm lượng oxide Fe, Al ngậm nước cao. Phong hóa và rửa trôi mạnh, nên phần lớn silica bị rửa trôi ra khỏi tầng oxic. Một số thạch anh và sét silicate 1:1 tuy vẫn còn tồn tại trong tầng oxic, nhưng các oxide ngậm nước vẫn chiếm ưu thế. Tầng mặt thường là tầng ochric hay umbric. Ranh giới các tầng phân biệt rõ ràng, tầng B khá đồng nhất.

Hàm lượng sét của Oxisols cao, nhưng hoạt động kém, không dính. Do đó khi khô sẽ không bị cứng và hình thành tảng, dễ làm đất. Oxisols ít bị nén chặt, nên nước di

chuyển dễ dàng. Độ sâu phong hóa của Oxisols rất sâu (có thể sâu hơn 20m). Do sét hoạt động kém nên khả năng giữ dinh dưỡng của Oxisols rất thấp, vì vậy Oxisols có độ phì tự nhiên thấp và khá chua. Oxisols cũng có khả năng cố định lân cao do hàm lượng sét oxide Fe, Al cao.

Bộ Oxisols rất thích hợp cho việc xây dựng, nhất là đường sá.

b. Phân bố và sử dụng. Oxisols chiếm khoảng 8% diện tích đất thế giới, là loại đất già cỗi nhất, chủ yếu hiện diện ở vùng nhiệt đới. Phần lớn Oxisols hiện diện trong vùng nhiệt đới, nhưng không phải tất cả đất nhiệt đới là Oxisols.

Hiện nay sự hiểu biết của chúng ta về bộ Oxisols rất ít. Chúng hiện diện xen kẽ trong bộ Ultisols, nhiều vùng đất Ultisols đã và đang tiến dần đến bộ đất Oxisols. Hàng triệu dân vùng nhiệt đới đang sống trên các vùng đất này. Tuy nhiên do độ phì thấp, nên phần lớn Oxisols vẫn duy trì trồng rừng và sử dụng theo phương pháp du canh. Chu kì các chất dinh dưỡng thực hiện bởi các loại cây gỗ có vai trò rất quan trọng để nâng cao khả năng sản xuất của bộ đất này. Có thể phương pháp sử dụng tốt nhất cho bộ đất này là trồng hỗn hợp các loại cây lâu năm, nhất là cây ăn quả.

4. CÁC CẤP ĐỘ THẤP TRONG HỆ THỐNG PHÂN LOẠI ĐẤT

4.1. BỘ PHỤ. Mỗi Bộ đất được phân loại thành một số bộ phụ dựa trên cơ sở của các tính chất của đất phản ánh điều kiện môi trường nơi đất đó hình thành. Nhiều bộ phụ được phân loại dựa trên chế độ ẩm (và một ít là chế độ nhiệt). Vì vậy khi các Bộ đất được hình thành trong điều kiện ẩm khác nhau sẽ được tách ra thành những bộ phụ khác nhau. Đất trên thế giới hiện nay được phân thành 63 bộ phụ.

Bộ và bộ phụ trong soil taxonomy.

Bộ	Bộ phụ	Bộ	Bộ phụ
Alfisols	Aqualfs	Andisols	Aquands
	Cryalfs		Cryands
	Udalfs		Torrands
	Ustalfs		Udands
	Xeralfs		Ustands
			Vitrands
	Xerands		
Aridisols	Agrids	Entisols	Aquents
	Calcids		Arents
	Cambids		Fluvents
	Cryids		Orthents

	Durids Gypsids Salids		Psamments
Gelisols	Histels Orhtels Turbels	Histosols	Fibrists Folists Hemists Saprists
Inceptisols	Anthrepts Aquepts Cryepts Udepts Ustepts Xerepts	Mollisols	Albolls Aquolls Cryolls Rendolls Udolls Ustolls Xerolls
Oxisols	Aquox Perox Torrox Udox Ustox	Spodosols	Aquods Cryods Humods Orthods
Ultisols	Aqualts Humults Udults Ustults Xerults	Vertisols	Aquerts Cryerts Uderts Usterts Xererts

Mối quan hệ giữa bộ phụ và tính chất đất.

Các yếu tố hình thành tên bộ phụ trong soil taxonomy.

Yếu tố hình thành	Nguồn gốc	Ý nghĩa
alb	L. albus, trắng	Hiện diện tầng albic
anthr	Gk. anthropos, con người	Hiện diện của tầng mặt anthropic hay plaggen
aqu	L. aqua, nước	âm, ngập nước
ar	L. arare, cày	Tầng cày
arg	L. argilla, sét trắng	Hiện diện của tầng argillic

calc	L. calcic, vôi	Hiện diện của tầng calcic
camb	L. cambriare, thay đổi	Hiện diện của tầng cambic
cry	Gk. kryos, đóng băng	Lạnh
dur	L. durus, cứng	Hiện diện của tầng cứng
fibr	L. fibra, sợi	Phân giải kém
fluv	L. fluvius, sông	Đồng bằng trũng
fol	L. folia, lá	Lớp lá dày
gyps	L. gypsum, thạch cao	Hiện diện của tầng gypsic
hem	Gk. hemi, phân nửa	Bán phân giải
hist	Gk. histos, mô tế bào	Hiện diện của tầng histic
hum	L. humus, mùn đất	Hiện diện của chất hữu cơ
orth	Gk. orthos, thật	Rất phổ biến
per	L. per, theo thời gian	Khí hậu ẩm quanh năm, chế độ ẩm perudic
psamin	Gk. psammos, cát	Sa cấu cát
rend	Cải tiến từ từ Rendzina	Carbonate cao
sal	L. sal, muối	Hiện diện của tầng salic
sapr	Gk. sapos, phân rã	Phân giải hoàn toàn
torr	L. toprridus, nóng và khô	Luôn bị khô
turb	L. turbidus, xáo trộn	Xáo trộn do băng giá
ud	L. udus, ẩm	Khí hậu ẩm
ust	L. ustus, đốt cháy	Khí hậu khô, luôn nóng trong mùa hw2
vitr	L. vitreus, thủy tinh	Giống như thủy tinh
xer	Gk. xeros, khô	Mùa hè khô, mùa đông ẩm

4.2.NHÓM LỚN. Nhóm lớn là mức độ phân chia tiếp theo sau bộ phụ. Có hơn 240 nhóm lớn được tìm thấy trên thế giới. Nhóm lớn được xác định chủ yếu dựa trên sự hiện diện của các tầng chẩn đoán và sự sắp xếp các tầng chẩn đoán này. Chú ý là yếu tố hình thành tên của nhóm lớn thường dựa vào tầng chẩn đoán của cả tầng chẩn đoán mặt (ochric, umbric...), tầng sâu (argillic, natric...) và một số đặc điểm chẩn đoán như duripans, fragipans...

Các yếu tố hình thành tên nhóm lớn và ý nghĩa.

Yếu tố hình thành	Ý nghĩa
acr	phong hóa rất mạnh

agr	tầng agric
al	nhôm cao, sắt thấp
alb	tầng albic
and	núi lửa
anhy	khan (không có nước)
aqua	bảo hòa nước
argi	tầng argillic
calc, calci	tầng calcic
camb	tầng cambic
chrom	độ chói cao
cry	lạnh
dur	tầng cứng
dyst, dys	độ bảo hòa base thấp
endo	hoàn toàn bảo hòa nước
epi	mực nước ngầm cao
eutr	độ bảo hòa base cao
ferr	sắt
fibr	phân giải kém
fluv	đồng bằng trũng
fol	lớp lá dày
fragi	tầng cứng, dòn
fragloss	dòn và có lỗ
fulv	tầng melanic có màu sáng
gyps	tầng gypsic
gloss	lỗ (vết chảy của sét)
hal	nh nhiễm muối
hapl	tầng rất mỏng
hem	bán phân giải
hist	hiện diện của hữu cơ
hum	mùn
hydr	nước
kand	sét 1:1 hoạt động kém
lithic	đá nền nông
luv, lu	tích tụ
melan	tầng mặt melanic

molli	tầng mặt mollic
natr	hiện diện của tầng natric
pale	già cỗi
petr	tầng cement hóa
plac	lớp cứng mỏng
plagg	tầng plaggen
plinth	plinthite
psamm	sa cấu cát
quartz	thạch anh cao
rhod	màu đỏ sậm
sal	tầng salic
sapr	phân giải hoàn toàn
somb	tầng có màu sậm
sphagn	rong rêu
sulf	lưu huỳnh
torr	luôn khô và nóng
ud	khí hậu ẩm
umbr	tầng mặt umbric
ust	khí hậu khô, luôn nóng trong mùa hè
verm	xáo trộn do động vật đất
vitr	thủy tinh
xer	mùa hè khô, mùa đông ẩm

- **Danh pháp.** Tên nhóm lớn được hình thành bằng yếu tố hình thành dính vào trước tên của bộ phụ. Ví dụ, Aquults có tầng Plinthite thuộc nhóm lớn Plinthaquults.

Ngoài ra cần chú ý đến việc ghép tên các nhóm lớn, không được mâu thuẫn và lặp lại. Ví dụ không thể có nhóm lớn Paleaquolls, vì Mollisols là bộ đất trẻ, hay không có nhóm lớn Argiudults, vì tất cả các loại đất thuộc bộ Ultisols đều có tầng argillic.

4.3. NHÓM PHỤ. Nhóm phụ là các đơn vị chia nhỏ của nhóm lớn. Khái niệm trung tâm hình thành nên một nhóm phụ của một nhóm lớn nhất định là Typic. Vì vậy Typic Plinthaquults là tên nhóm phụ tiêu biểu của nhóm lớn Plinthaquults. Một số nhóm phụ khác có thể là sự tổng hợp của khái niệm trung tâm của nhóm lớn này và các loại đất thuộc nhóm lớn, bộ phụ và bộ khác.

Khái niệm nhóm phụ rất uyển chuyển trong sử dụng của hệ thống phân loại đất.

4.4.HQ. Trong cùng một nhóm phụ, các loại đất được phân chia thành họ khi chúng có cùng các tính chất vật lý hóa học ảnh hưởng trực tiếp đến sự sinh trưởng của thực vật, trong một độ sâu nhất định. Tiêu chuẩn được dùng để phân loại cấp độ họ bao gồm cấp độ hạt, khoáng học, khả năng trao đổi cation của sét, nhiệt độ và độ sâu của đất trong đó rễ có thể xuất hiện. Các loại sa cấu: thịt, cát, sét được dùng để định danh cấp hạt. Định danh thành phần khoáng học bao gồm: loại sét như smectitic, kaolinitic, siliceous, carbonatic, và hỗn hợp; tính chất của sét như rất hoạt động, hoạt động, kém hoạt động, dựa trên khả năng trao đổi cation của chúng.

Một số thông số thường được sử dụng trong phân loại đất ở cấp độ họ.

Loại cấp hạt	Loại khoáng	Loại hoạt động trao đổi cation		Kiểu chế độ nhiệt độ đất		
		Mức độ	CEC/% sét	°C trung bình năm	Biên độ mùa hè-mùa đông >6 °C	Biên độ mùa hè-mùa đông <6 °C
Tro bụi	hỗn hợp	rất hoạt động	0.6	<-10	Hypergelic	-
Mảnh vụn	micaceous	hoạt động	1-0.4-0.6	-4 đến -10	pergelic	-
cát lẫn đá vụn (30%)	siliceous	hoạt động trung bình	0.24-0.4	+1 đến -4	subgelic	-
Cát	kaolinitic	hoạt động kém	<0.24	<+8	Cryic	-
Thịt	smectitic			<+8	frigid*	isofrigid
Sét	gibbsitic			+8 - +15	mesic	isomesic
thịt mịn	gypsic			+15 - +22	thermic	isothermic
cát mịn	carbonic			>+22	hyperthermic	isohyperthermic

- *Frigid có mùa hè ấm hơn Cryic.*

Ví dụ, đất Typic Plinthaquults, có sa cấu thịt, gồm hỗn hợp nhiều loại sét, sét hoạt động kém và có nhiệt độ bình quân hàng năm $>22^{\circ}\text{C}$, biên độ nhiệt hàng năm $<6^{\circ}\text{C}$, được phân loại ở cấp độ họ là: Typic Plinthaquults thịt, hỗn hợp, hoạt động kém, isohyperthermic. Ngược lại loại đất Typic Haplorthod, có hàm lượng thạch anh cao và hiện diện trong vùng lạnh, được phân loại là Typic Haplorthod cát, siliceous, frigid (chú ý là sự hoạt động của sét không phân loại trong đất có sa cấu cát).

4.5. BIỂU LOẠI. Cấp độ biểu loại là đơn vị rất đặc biệt của hệ thống phân loại. Là thành phần của họ, mỗi biểu loại được định nghĩa bằng một số các tính chất chính như loại, độ dày, và sự sắp xếp các tầng. Ví dụ như độ sâu xuất hiện các tầng đất cứng, tầng tích lũy muối hòa tan, hay tính chất màu sắc. Tên biểu loại là tên của làng xã, thị trấn, tên sông, núi... nơi đầu tiên phát hiện ra loại đất này trên một cảnh quang (vùng) nhất định.

Câu hỏi nghiên cứu

1. Điểm khác biệt chính của bộ Ultisols và Alfisols? Inceptisols và Entisols?
2. Sử dụng chìa khóa phân loại để xác định tên bộ đất có các tính chất sau: có tầng argillic ở độ sâu 30cm, cấu trúc hình cột. Giải thích tại sao anh chị chọn?
3. Trong 5 yếu tố hình thành đất, chọn 2 yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến sự hình thành các đặc điểm của các bộ đất sau: Vertisols, Ultisols, Oxisols, Spodosols, Andisols.
4. Nêu tên các bộ đất của các bộ phụ sau: Psamment, Udolls, Argids, Udepts, Fragiudalfs, Haplustox, Calciusterts, Aquults, Aquepts.
5. Nêu tên các cấp độ phân loại đất theo soil taxonomy? Ý nghĩa của các nhóm đất sau đây trong xây dựng: Paleudults, Fragiudults, Saprists, Plinthaquults.
6. Nêu các tính chất chính của các loại đất có tên phân loại sau: Typic Plinthaquults, Humic Plinthaquults, Typic Sulfaquepts, Aeric Sulfaquepts, Typic Halaquents, Salic Halaquents.

Chương 4. CẤU TRÚC VÀ LÝ TÍNH CỦA ĐẤT

Bài 1. MÀU SẮC VÀ SA CẤU ĐẤT

Các tính chất vật lý của đất có ảnh hưởng rất lớn đến vai trò của đất trong hệ sinh thái. Các nhà khoa học thường sử dụng các tính chất như màu sắc đất, sa cấu và các tính chất vật lý khác của các tầng chẩn đoán để phân loại đất và xác định tính thích hợp của đất trong quy hoạch sử dụng đất và bảo vệ môi trường. Các tính chất vật lý chính chúng ta sẽ nghiên cứu sâu là sa cấu, cấu trúc của đất và các tính chất có liên quan khác.

1. MÀU SẮC CỦA ĐẤT

Màu sắc đất thường ít ảnh hưởng đến trạng thái và sử dụng đất, nhưng chúng có mối tương quan nhất định đến một số tính chất khác của đất. Do tính chất quan trọng của màu sắc của đất trong việc phân loại và quy hoạch sử dụng đất nên người ta thường dùng một hệ thống màu chuẩn. Đó là bản so màu Munsell. Trong hệ thống này, mỗi màu gồm có 3 thành phần:

- **HUE:** sắc màu (thường là đỏ hay vàng)
- **CHROMA:** độ chói
- **VALUE:** giá trị (độ sáng)

1.1. CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY RA MÀU SẮC CỦA ĐẤT. Phần lớn màu của đất được hình thành do màu của các oxides Fe và chất hữu cơ phủ trên bề mặt các hạt đất. Trong tầng đất mặt, chất hữu cơ phủ thường có màu sậm và che khuất các màu của oxide Fe. Tuy nhiên các tầng đất sâu do chứa hàm lượng chất hữu cơ thấp nên thường biểu hiện màu của các oxide Fe, như màu vàng của Goethite, màu đỏ của Hematite, màu nâu của Maghematite. Các khoáng khác cũng có thể tạo cho đất có các màu khác như màu đen của oxide Mn và màu xanh của Glauconite, màu trắng của Calcite.

1.2. Ý NGHĨA MÀU SẮC CỦA ĐẤT. Màu thường giúp chúng ta phân biệt các phát sinh hay tầng chẩn đoán trong đất. Tầng A thường có màu tối sậm, tầng B thường có màu sáng hơn so với các tầng bên cạnh. Trong một số trường hợp, màu sắc là một trong những tiêu chuẩn để phân loại đất.

Do màu sắc của đất hình thành bởi các khoáng chứa Fe, các khoáng Fe này lại rất dễ thay đổi tình trạng oxi hóa-khử, vì vậy, dựa vào màu sắc ta có thể nhận biết được tình trạng oxi hóa-khử của đất, đất thoáng khí hay yếm khí. Sự xuất hiện các tầng bị gley hóa là cơ sở để xác định vùng đất ngập nước. Độ sâu xuất hiện tầng gley cũng là cơ sở để đánh giá khả năng tiêu nước của đất.

Tuy màu sắc của đất không có quan hệ với sa cấu của đất, nhưng màu sắc của đất là thành phần quan trọng trong cảnh quan nhất định.

2. SA CẤU/THÀNH PHẦN CƠ GIỚI (SỰ PHÂN BỐ CÁC CẤP HẠT CỦA ĐẤT)

Sa cấu là tỉ lệ phần trăm các cấp hạt khoáng (cấp hạt sét, thịt, cát) trong đất.

2.1. PHÂN LOẠI CÁC CẤP HẠT CỦA ĐẤT. Đường kính của các hạt đất riêng biệt được chia làm 6 loại, từ đá tảng có đường kính >1m cho đến hạt sét có đường kính <10⁻⁶m. Các nhà khoa học đất phân các loại hạt này thành các nhóm dựa trên các hệ thống phân loại khác nhau.

Các hạt có đường kính >2mm như hạt sạn, cuội, sỏi thường không được dùng trong phân loại sa cấu đất nông lâm nghiệp. Trong phân loại sa cấu, chúng ta chỉ xét các hạt có đường kính <2mm. Các hạt này được chia ra thành các cấp hạt sau:

2.1.1. Cấp hạt cát: Hạt cát có kích thước từ <2mm đến 0.05mm, hình dạng tròn hay khối góc cạnh. Thành phần hóa học của các hạt cát thô chứa chủ yếu là thạch anh (SiO₂) hay các khoáng silicate nguyên sinh khác. Màu sắc của các hạt cát nguyên sinh có màu trắng, nhưng trong thực tế thường rất biến thiên do sự bao phủ của oxide Fe trên bề mặt. Do có kích thước to, nên các tế khổng (lỗ rỗng) giữa các hạt cát thường to và nước, không khí dễ dàng di chuyển trong các loại đất cát, có nghĩa là đất thoát nước tốt, nhưng diện tích bề mặt riêng trên một đơn vị thể tích của cát thấp, nên đất cát có khả năng giữ nước thấp, thường không dính, dẻo khi ướt, dễ bị hạn.

2.1.2. Cấp hạt thịt: kích thước của cấp hạt thịt có đường kính 0.05-0.002mm, không nhìn thấy bằng mắt thường. Do có kích thước nhỏ nên tế khổng giữa các hạt thịt nhỏ hơn rất nhiều so với cát. Bản thân hạt thịt không có tính dính, dẻo khi ướt, nhưng trên thực tế đất thịt có thể kết dính do có sự pha lẫn các hạt sét lẫn.

2.1.3. Cấp hạt sét: cấp hạt sét có đường kính <0.002mm, có diện tích bề mặt riêng rất lớn, nên có khả năng hấp thu nước và dinh dưỡng cao. Cấp hạt sét có tính dính khi ướt, nên dễ dàng nắn tượng. Các cấp hạt sét do kích thước rất nhỏ nên chúng có tính keo. Nếu cho vào nước chúng sẽ không lắng hoàn toàn. Hạt sét thường có dạng phiến. Các tế khổng giữa các hạt sét rất nhỏ nên nước và không khí di chuyển rất chậm. Các thành phần khoáng trong cấu tạo sét khác nhau sẽ có ảnh hưởng khác nhau đến các tính chất của sét, như tính co trương, tính dính, dẻo, khả năng giữ nước, lực cản và khả năng hấp phụ dinh dưỡng thường phụ thuộc vào loại và hàm lượng sét có trong đất.

3. ẢNH HƯỞNG CỦA TỔNG DIỆN TÍCH BỀ MẶT CÁC HẠT ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT KHÁC CỦA ĐẤT

Khi kích thước hạt giảm, diện tích bề mặt riêng và các tính chất khác sẽ tăng rất lớn. Một trọng lượng bằng nhau, các hạt sét sẽ có diện tích bề mặt lớn hơn gấp 10,000 lần so với cấp hạt cát. Sa cấu đất ảnh hưởng rất nhiều đến các tính chất khác của đất, chủ yếu do 5 hiện tượng bề mặt cơ bản sau:

3.1. Nước được giữ trong đất chủ yếu bằng các màng mỏng trên bề mặt các hạt đất.

Nên diện tích bề mặt càng lớn, khả năng giữ nước càng tăng.

3.2. Các khí và các hóa chất có lực hấp phụ sẽ được giữ trên bề mặt các hạt khoáng sét.

Diện tích bề mặt càng cao, khả năng giữ các chất hấp phụ càng cao.

3.3. Sự phong hóa xảy ra trên bề mặt các khoáng và giải phóng các nguyên tố hóa học vào dung dịch đất. Diện tích bề mặt càng lớn, tốc độ giải phóng các chất dinh dưỡng từ sự phong hóa càng cao.

3.4. Bề mặt các khoáng sét thường mang cả điện tích (-) và điện tích (+) nên bề mặt hạt và các màng nước giữa chúng có xu hướng liên kết với nhau. Diện tích bề mặt càng lớn, các tập hợp của đất được hình thành càng dễ dàng.

3.5. Vi sinh vật có xu hướng phát triển trên bề mặt các hạt, nên các hoạt động của vi sinh vật chịu ảnh hưởng rất lớn bởi diện tích bề mặt.

Ảnh hưởng của các cấp hạt đến một số tính chất của đất

Tính chất đất	Thành phần cấp hạt		
	<i>Cát</i>	<i>Thịt</i>	<i>Sét</i>
Khả năng giữ nước	Thấp	Trung bình	Cao
Độ thoáng khí	Tốt	Trung bình	Kém
Tốc độ thoát nước	Cao	Thấp - Trung bình	Rất chậm
Hàm lượng chất hữu cơ	Thấp	Trung bình - Cao	Cao - Trung bình
Phân giải chất hữu cơ	Nhanh	Trung bình	Chậm
Hấp thu nhiệt	Nhanh	Trung bình	Chậm
Khả năng nén chặt	Thấp	Trung bình	Cao
Nhạy cảm với xói mòn do gió	Trung bình	Cao	Thấp
Nhạy cảm với xói mòn do nước	Thấp	Cao	Thấp (nếu cấu trúc tốt); cao nếu không cấu trúc
Tiềm năng co trương	Rất thấp	Thấp	Trung bình – Rất

			cao
Thiết lập hồ, đập, hồ chứa rác	Kém	Kém	Tốt
Khả năng thích hợp làm đất sau mưa	Tốt	Trung bình	Kém
Tiềm năng rửa trôi	Cao	Trung bình	Thấp (nếu không nứt nẻ)
Khả năng giữ chất dinh dưỡng	Kém	Trung bình - Cao	Cao
Khả năng đệm pH	Thấp	Trung bình	Cao

4. PHÂN LOẠI SA CẦU.

Sa cầu đất được phân thành 3 nhóm chính là: sa cầu cát, sa cầu thịt và sa cầu sét.

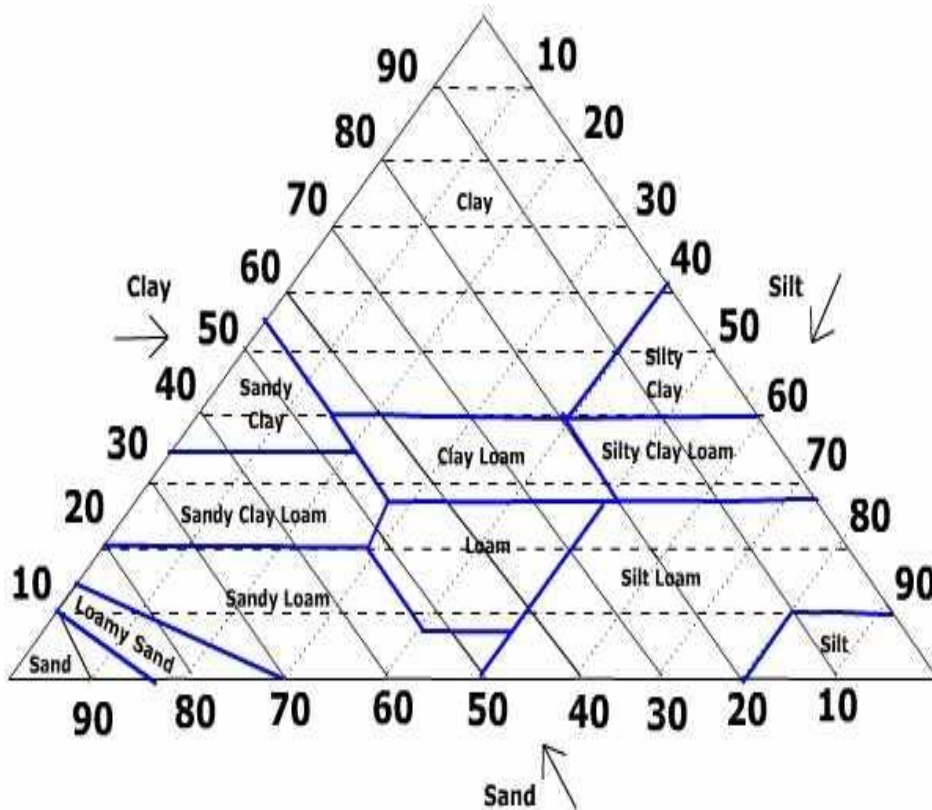
Trong mỗi nhóm có các loại sa cầu riêng phụ thuộc vào sự phân bố của các cấp hạt và chúng chỉ thị tính chất vật lý tổng quát của đất. Có 12 loại sa cầu trong hệ thống phân loại quốc tế.

Các loại sa cầu đất cơ bản

Thuật ngữ tổng quát		Tên loại sa cầu cơ bản
Tên thông thường	Sa cầu	
Đất Cát	Thô	Cát Cát pha thịt
Đất thịt	Trung bình	Thịt pha cát Thịt pha cát mịn Thịt pha cát rất mịn Thịt trung bình Thịt mịn Thịt rất mịn Thịt sét pha cát Thịt pha sét
Đất sét	Mịn	Sét pha thịt Sét

Sa cầu cát và cát pha thịt là loại đất có thành phần cát chiếm ưu thế, ít nhất là 70%, cát và hàm lượng sét <15% trọng lượng. Sa cầu sét khi hàm lượng hạt sét chiếm ưu thế như các loại sa cầu sét, sét pha cát, sét pha thịt.

§ Sa cấu thịt trung bình: là sa cấu thịt lý tưởng được định nghĩa là loại sa cấu trong đó các thành phần của các cấp hạt có một tỉ lệ bằng nhau về mặt hoạt động. Điều này không có nghĩa là hàm lượng các cấp hạt bằng nhau, nhưng tỉ lệ sét có thể thấp hơn các thành phần cát và thịt, vì sét ảnh hưởng đến các tính chất của đất mạnh hơn cát và thịt, hàm lượng sét có thể là 20%, thịt 40%, cát 40%.



Tam giác sa cấu (dùng để xác định loại sa cấu đất)

5. SỰ THAY ĐỔI SA CẤU ĐẤT.

Theo thời gian, các tiến trình thổ nhưỡng như xói mòn, bồi lắng, sự bồi đắp phù sa, và sự phong hóa có thể làm thay đổi sa cấu một số tầng chẩn đoán của đất. Tuy nhiên, các kỹ thuật canh tác thường không thể làm thay đổi sa cấu đất. Sa cấu của một loại đất chỉ có thể bị thay đổi khi ta trộn một lượng cát lớn vào trong đất có sa cấu sét, thường dùng khi trồng cây trong chậu. Nhưng với mục đích trồng cây trong một loại đất có sa cấu nhất định nào đó, ta nên tìm các loại đất ngoài đồng có sa cấu thích hợp mang về sẽ tốt hơn là trộn lẫn các loại đất có sa cấu khác nhau.

Cần chú ý là khi ta trộn đất với phân hữu cơ, không thể làm thay đổi sa cấu vì theo định nghĩa sa cấu chỉ bao gồm các hạt khoáng.

6. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SA CẦU.

Có 2 phương pháp chính dùng để xác định sa cầu:

6.1. Phương pháp “cảm giác”. Xác định sa cầu là một kỹ năng đầu tiên cần có của một nhà khoa học đất khi khảo sát đất ngoài đồng. Xác định sa cầu bằng cảm giác có giá trị thực tiễn rất lớn trong việc điều tra, phân loại đất. Đây là kỹ năng thuộc về cảm tính và cần có kinh nghiệm.

6.2. Phương pháp phân tích các cấp hạt trong phòng thí nghiệm. Bước đầu tiên và đôi khi cũng là bước khó khăn nhất của việc phân tích các cấp hạt là sự phân tán các hạt của mẫu đất trong nước, vì chúng ta cần phải làm cho tất cả tập hợp đất tách ra thành các hạt nguyên sinh riêng biệt. Thường dùng các hóa chất có tính phân tán mạnh, kèm với động tác lắc mạnh, nhiệt độ cao.

Sau khi được phân tán hoàn toàn, các hạt cát được tách bằng rây có kích thước tương ứng, phần thịt và sét được xác định bằng cách áp dụng định luật lắng của Stoke. Theo định luật này thì kích thước hạt càng to thì tốc độ lắng càng cao. Định luật này được diễn tả như sau:

$$V = kd^2$$

với V: tốc độ lắng của hạt

k: hệ số lắng phụ thuộc vào tỉ trọng và nhiệt độ nước

d: đường kính hữu hiệu của hạt

Bằng cách xác định hàm lượng đất trong huyền phù sau một thời gian nhất định, hàm lượng các cấp hạt thịt và sét được xác định. Dựa vào tam giác sa cầu, loại sa cầu sẽ được xác định.

Dựa vào nguyên tắc lắng và định luật Stoke, người ta có thể sử dụng tỉ trọng kế hoặc ống hút pipette để xác định các cấp hạt của đất.

Chú ý là do loại sa cầu đất chỉ xác định dựa trên các cấp hạt cát, thịt và sét; vì vậy tổng hàm lượng 3 thành phần này phải là 100%. Hàm lượng đá vụn, sạn, cuội được tính riêng. Chất hữu cơ thì hoàn toàn bị phân hủy trong quá trình phân tán hạt.

Áp dụng Định luật Stoke để phân tích thành phần các cấp hạt: Tốc độ lắng V của hạt trong một chất lỏng tỉ lệ thuận với lực trọng trường g , hiệu số tỉ trọng của hạt và tỉ trọng của chất lỏng ($D_s - D_f$); và bình phương đường kính hạt (d^2). Tốc độ lắng tỉ lệ nghịch với độ ma sát của chất lỏng h . Do tốc độ lắng bằng chiều cao lắng chia cho thời gian lắng, nên định luật Stoke có thể viết như sau:

$$V = h/t = d^2 g (D_s - D_f) / 18 \eta$$

Với $g =$ lực trọng trường $= 9.81$ Newtons/kg (9.81 N/kg)

$\eta =$ độ ma sát của nước ở $20^\circ\text{C} = 1/1000$ Newtons-giây/ m^2 (10^{-3} Ns/ m^2)

$D_s =$ tỉ trọng hạt, phần lớn các loại đất có tỉ trọng là 2.65×10^3 kg/ m^3

$D_f =$ tỉ trọng nước $= 1.0 \times 10^3$ kg/ m^3

Thay thế các giá trị vào phương trình:

$$\begin{aligned} V = h/t &= [d^2 * 9.81 \text{ N/kg} * (2.65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 - 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)] / 18 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \\ &= [(9.81 \text{ N/kg} * 1.65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) / 18 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2] * d^2 \\ &= [(16.19 * 10^3 \text{ N/m}^3) / 0.018 \text{ Ns/m}^2] * d^2 \\ &= (9 \times 10^5 / \text{sm}) * d^2 \\ &= kd^2 \end{aligned}$$

Với $k = 9 \times 10^5 / \text{sm}$

Vậy $V = kd^2$

Lấy ví dụ ta chọn độ sâu lắng của mẫu là 10cm. Chúng ta có thể xác định các cấp hạt khác nhau phụ thuộc vào thời gian lắng. Nếu chúng ta muốn xác định hàm lượng các hạt sét:

Chọn: $h = 0.1 \text{ m}$

Và $d = 2 * 10^{-6} \text{ m}$ (0.002mm, kích thước hạt của sét)

Thời gian t : $h/t = d^2 k \Rightarrow t/h = 1/d^2 k \Rightarrow t = h/d^2 k$

Vậy: $t = 0.1 \text{ m} / (2 * 10^{-6} \text{ m})^2 * 9 * 10^5 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-1}$

$t = 27777$ giây $= 463$ phút $= 7.72$ giờ

Bằng cách tính tương tự, thời gian để các hạt cát mịn nhất (0.05mm) lắng sâu 10cm là 44 giây.

Chương 4 CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA ĐẤT

Bài 2. Cấu trúc và các tính chất vật lý khác của đất

I. CẤU TRÚC ĐẤT

1. ĐỊNH NGHĨA

Cấu trúc là sự sắp xếp các hạt riêng rẽ thành các tập hợp được gọi là tập hợp đất hay cấu trúc thổ nhưỡng, mỗi cách sắp xếp sẽ hình thành nên kiểu cấu trúc và lỗ rỗng khác nhau. Lỗ rỗng hình thành do cấu trúc sẽ ảnh hưởng rất lớn đến sự vận chuyển nước, nhiệt, không khí và tổng độ rỗng của đất. Các hoạt động như khai thác gỗ, thu hoạch cỏ, làm đất, cơ giới hóa, tiêu nước, bón vôi, bón phân hữu cơ sẽ có tác động rất lớn đến đất thông qua việc ảnh hưởng đến cấu trúc đất, đặc biệt là đối với tầng đất mặt.

2. CÁC KIỂU CẤU TRÚC CỦA ĐẤT

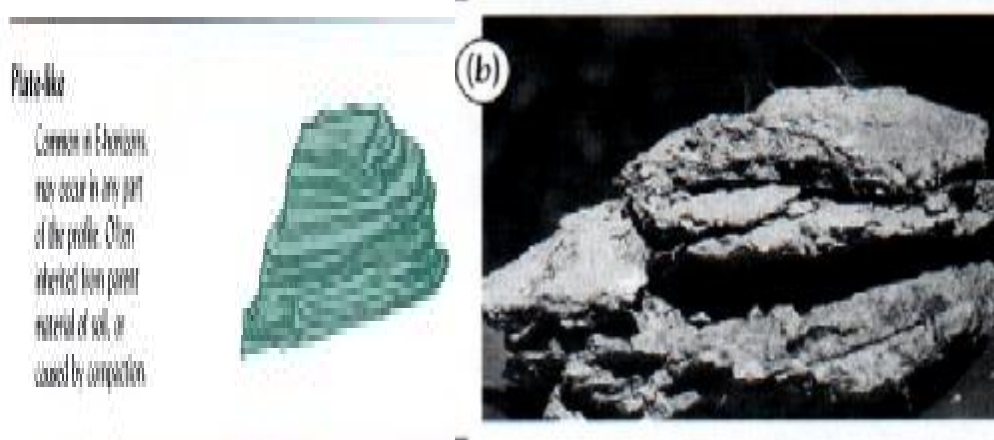
Trong đất có nhiều kiểu cấu trúc, thường các tầng đất khác nhau trong cùng một phẫu diện có các kiểu cấu trúc khác nhau. Cấu trúc đất được xác định thông qua các tính chất như hình dạng, kích thước và độ bền.

2.1. Hình dạng: trong đất có 4 dạng cấu trúc chính là:

- Hình cầu
- Hình phiến
- Hình trụ
- Hình khối

2.1.1. Dạng cấu trúc hình cầu/hạt (viên): dạng cấu trúc này thường có đường kính tập hợp từ <1mm đến >10mm. Thường hình thành trong tầng đất mặt, nhất là các loại đất có hàm lượng chất hữu cơ cao. Đây là dạng cấu trúc chịu ảnh hưởng rất lớn bởi các biện pháp quản lý đất. Dạng cấu trúc này rất phổ biến trên các vùng đất trồng rau, đồng cỏ do sự hoạt động mạnh của giun đất, và hàm lượng chất hữu cơ cao do bón phân hữu cơ hoặc do dư thừa của rễ cỏ.

2.1.2. Dạng phiến: dạng cấu trúc này thường do các tập hợp đất có kích thước mỏng xếp chồng nhau, có thể hình thành ở cả tầng đất mặt và đất sâu. Trong nhiều trường hợp, cấu trúc phiến thường do kết quả của các tiến trình hình thành đất. Tuy nhiên, không như các kiểu cấu trúc khác, cấu trúc phiến có thể chịu ảnh hưởng của tính chất của mẫu chất hình thành nên đất đó, nhất là đất hình thành trong điều kiện ngập nước. Trong một số trường hợp, cấu trúc phiến cũng có thể được hình thành do tác động cơ giới trên vùng đất có sa cấu sét.

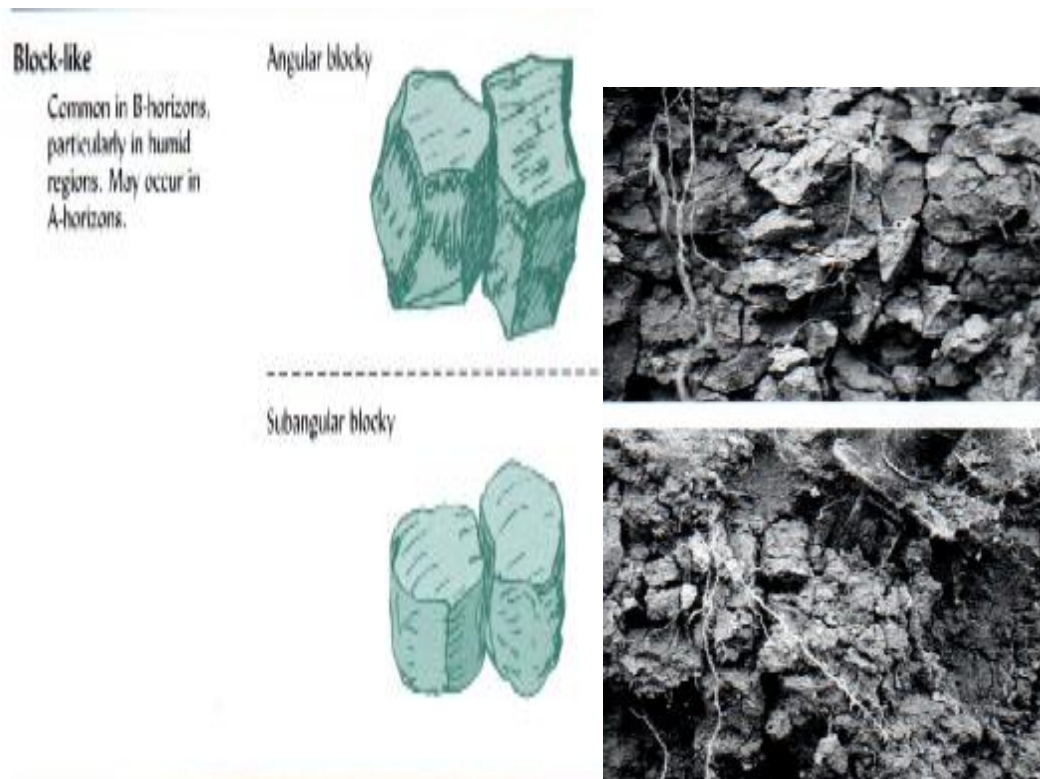


2.1.3. Dạng khối: cấu trúc dạng khối thường không có kích thước nhất định, biến thiên từ 5-50mm. Các khối riêng rẽ thường không có hình dạng độc lập mà chúng liên kết với các khối chung quanh. Cấu trúc dạng khối được chia thành 2 dạng phụ:

(1) **Khối góc cạnh:** khi các cạnh của khối nổi rõ, nhọn

(2) **Bán khối góc cạnh:** khi các cạnh có dạng hơi tròn

Dạng cấu trúc này thường hình thành ở tầng B, có khuynh hướng tiêu nước tốt, thoáng khí và rễ xâm nhập dễ dàng

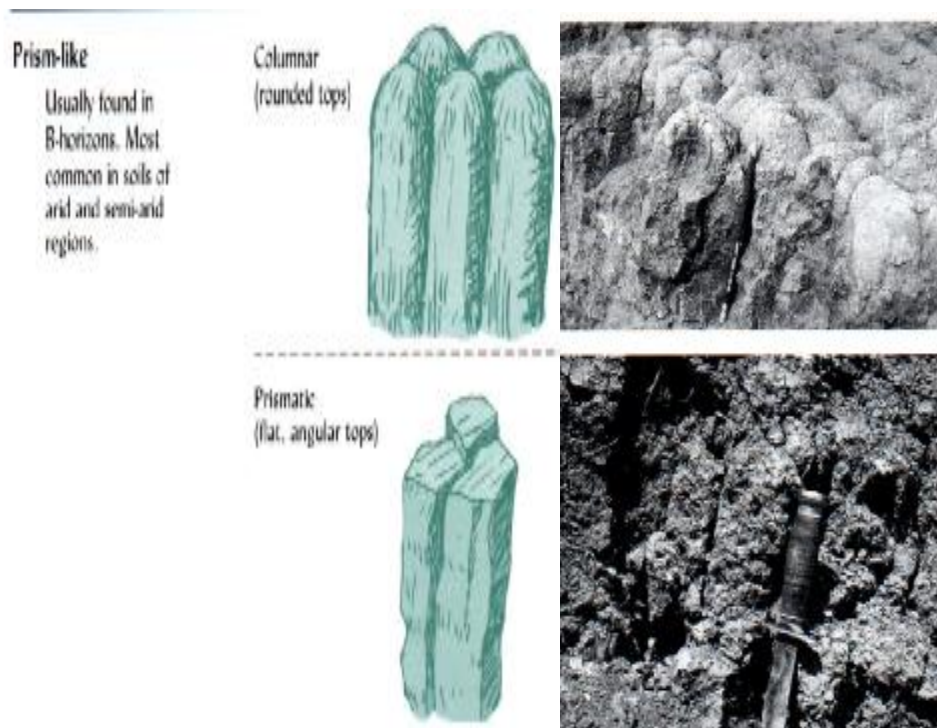


2.1.4. Dạng hình trụ và cột: tương tự cấu trúc khối nhưng thường có chiều cao rất lớn so với cạnh ngang, chiều cao có thể >150mm. Có 2 dạng phụ là:

(1) **Hình cột:** khi đỉnh của tập hợp tương đối phẳng, tròn, Thường hình thành trên đất mặn (tầng Natric)

(2) **Hình trụ:** khi cạnh bề mặt đỉnh sắc, rõ.

Dạng cấu trúc hình trụ và cột thường hình thành trên các loại đất có chứa sét có tính co trương cao, trong vùng khô hạn và bán khô hạn. Cấu trúc hình trụ đôi khi cũng được hình thành trên đất tiêu nước kém và trong các tầng đất cứng.



3. Kích thước: Khi mô tả cấu trúc đất ngoài đồng, ngoài dạng cấu trúc, nhà khoa học đất còn phải mô tả kích thước tương đối và mức độ rõ của cấu trúc. Kích thước tương đối gồm 3 loại: mịn, trung bình, thô

4. Độ bền (với các tác động cơ học):

Mức độ: mạnh, trung bình, yếu

Ví dụ tên gọi một loại cấu trúc: đất có cấu trúc bán khối góc cạnh, mịn, yếu.

II. TỈ TRỌNG VÀ DUNG TRỌNG CỦA ĐẤT

1. Tỉ trọng của đất

1.1. Định nghĩa: Tỉ trọng đất được định nghĩa là trọng lượng khô của đất trên một đơn vị thể tích phần rắn của đất (không tính đến thể tích phần rỗng). Vậy, nếu 1m^3 phần rắn của đất có trọng lượng là 2.6 tấn, tỉ trọng sẽ là $2.6\text{ tấn}/1\text{m}^3$ hay $2.6\text{g}/\text{cm}^3$.

Tỉ trọng được tính chủ yếu dựa trên trọng lượng và thể tích của các hạt rắn. Do thành phần hóa học và cấu tạo hóa học của khoáng quyết định tỉ trọng, nên độ rỗng không

ảnh hưởng đến tỉ trọng, và vì thế không có sự tương quan giữa tỉ trọng và kích thước hạt hay cấu trúc đất.

1.2. **Tính chất:** Tỉ trọng của các loại đất khoáng biến thiên trong khoảng 2.60-2.75g/cm³ do có sự khác nhau của các thành phần các khoáng trong đất như thạch anh, felspar, micas, và các keo silicate. Trong các loại đất canh tác, có hàm lượng chất hữu cơ từ 1-5%, tỉ trọng đất khoảng 2.65g/cm³. Các loại đất có chứa các loại khoáng có tỉ trọng cao như magnetite, garnet, epidote, zircon, tourmaline, và hornblende tỉ trọng đất có thể đạt đến 3.0g/cm³. Chất hữu cơ có tỉ trọng khoảng 0.9-1.3g/cm³, nên tầng đất mặt luôn có tỉ trọng thấp hơn tầng đất sâu, do có hàm lượng chất hữu cơ cao. Đất hữu cơ (than bùn) có tỉ trọng khoảng 1.1-2g/cm³.

3. Dung trọng của đất

3.1. **Định nghĩa.** Dung trọng được định nghĩa là tỉ lệ của trọng lượng trên một đơn vị thể tích đất khô. Thể tích này bao gồm thể tích phần rắn và thể tích phần rỗng (tổng thể tích đất).

3.2. **Tính chất.** Dung trọng của đất luôn thấp hơn rất nhiều so với tỉ trọng. Chú ý là cả tỉ trọng và dung trọng đều được tính trên trọng lượng khô, nên sẽ không có phần nước trong cách tính tỉ trọng và dung trọng.

4. **Cách tính tỉ trọng và dung trọng đất.** Dung trọng (D_b) là tỉ lệ của trọng lượng phần hạt trên một đơn vị thể tích đất (gồm thể tích phần hạt cộng với thể tích phần rỗng). Tỉ trọng (D_s) là tỉ lệ của trọng lượng phần hạt trên thể tích của phần hạt đó. Cách xác định như sau:

Dung trọng = Trọng lượng đất sấy khô/Tổng thể tích đất

Tỉ trọng = Trọng lượng phần rắn/Thể tích phần rắn

5. **Các yếu tố ảnh hưởng đến dung trọng đất.** Đất có độ rỗng lớn sẽ có dung trọng thấp, do đó bất cứ yếu tố nào ảnh hưởng đến độ rỗng sẽ ảnh hưởng đến dung trọng của đất. Dung trọng của một số loại đất được trình bày trong hình sau. Một số các yếu tố ảnh hưởng đến dung trọng như sau:

5.1. **Ảnh hưởng của sa cấu:** Đất có sa cấu mịn như đất sét và thịt có dung trọng thấp hơn đất có sa cấu cát, do các hạt sét khi hình thành cấu trúc sẽ có nhiều tế khổng trong các tập hợp đất, nhất là đất có hàm lượng chất hữu cơ đầy đủ. Trong các tập hợp này, tế khổng sẽ được hình thành bên trong từng đơn vị tập hợp và cả giữa các tập hợp. Trong đất cát, thường kết hợp với hàm lượng chất hữu cơ thấp nên các hạt rắn kết dính rất yếu, vì thế chúng thường có dung trọng cao.

5.2. **Ảnh hưởng của độ sâu:** thông thường tầng đất càng sâu trong phẫu diện, dung trọng càng cao, do hàm lượng chất hữu cơ thấp, ít tập hợp, ít rễ cây, và chịu sự nén

chặt của khối đất ở các tầng trên. Dung trọng của các tầng đất bị nén chặt có thể đạt đến 2.0g/cm^3 .

6. Ý nghĩa của dung trọng đất. Trong thực tiễn, nhà các xây dựng cần biết dung trọng đất để có thể tính toán trong việc vận chuyển đất từ nơi này sang nơi khác. Các nhà làm vườn cũng cần biết dung trọng đất để tính toán trong việc thiết kế cảnh quan trong việc trồng cây.

Trong tính toán lượng phân, lượng vôi bón cho cho 1 ha đất, chúng ta cũng dựa vào dung trọng của đất để tính khối lượng đất của 1 ha lớp đất cày. Ví dụ đất có dung trọng là 1.3g/cm^3 , trọng lượng của lớp đất cày 15cm sẽ là khoảng 2000 tấn/ha (thường diễn tả là 2000 tấn/ha-15cm).

7. Các biện pháp quản lý ảnh hưởng đến dung trọng đất. Dung trọng đất có thể thay đổi dễ dàng bằng các biện pháp quản lý đất. Khi dung trọng tăng, rễ cây sẽ phát triển khó khăn, độ thoáng khí kém, nước di chuyển chậm, và làm giảm khả năng thấm ban đầu của đất.

7.1. Đất rừng: Tầng mặt của đất rừng thường có dung trọng thấp nhưng dễ thay đổi. Sự sinh trưởng của thực vật và chức năng của hệ sinh thái rừng rất nhạy cảm với sự gia tăng dung trọng. Vấn đề khai thác gỗ theo phương pháp cổ truyền, cũng như việc thiết lập các khu giải trí, do tác động của cơ giới, di chuyển gỗ, con người đi lại... sẽ nhanh chóng làm tăng dung trọng đất.

7.2. Đất nông nghiệp: Mặc dù việc làm đất sẽ làm tơi xốp lớp đất mặt một cách tạm thời, nhưng làm đất lâu năm sẽ làm tăng dung trọng đất, do việc canh tác làm gia tăng tốc độ phân giải và mất dần chất hữu cơ và làm yếu dần cấu trúc đất.

Việc cơ giới hóa trong nông nghiệp cũng làm cho dung trọng đất ngày càng tăng, nhất là vấn đề hình thành tầng đất cứng, chặt trong đất (tầng đế cày, lớp đất cứng). Nhiều nơi áp dụng biện pháp cày sâu, cày không lật nhằm phá vỡ tầng đất này, nhưng hiệu quả chỉ có tính tạm thời. Hiện nay trên thế giới áp dụng nhiều biện pháp tiên bộ trong cơ giới hóa nhằm làm giảm sự nén chặt đất do máy móc, như sử dụng các loại bánh xe to, bánh lồng... để giảm lực nén trên một đơn vị diện tích đất, hay qui hoạch đường di chuyển riêng cho máy móc, đi lại...

8. Ảnh hưởng của dung trọng đến lực cản của đất và sự phát triển của rễ cây.

Dung trọng đất có thể gia tăng do các điều kiện tự nhiên, hoặc do tác động của con người. Nhưng dù do nguyên nhân nào, khi đất có dung trọng cao cũng cản trở sự sinh trưởng và phát triển của rễ cây, độ thoáng khí của đất kém, nước và dinh dưỡng di chuyển chậm, và các độc chất có thể tích tụ trong đất.

Sự sinh trưởng của rễ bị giới hạn bởi lực cản của đất. Để đo lực cản của đất người ta sử dụng một thiết bị riêng để đo chúng, gọi là penetrometer. Đất càng bị nén chặt,

dung trọng càng cao và lực cản càng lớn. Có 2 yếu tố chính ảnh hưởng đến lực cản của đất:

8.1. Ảnh hưởng của ẩm độ đất: Ẩm độ và dung trọng đất ảnh hưởng rất lớn đến lực cản của đất. Đất bị nén chặt sẽ làm tăng dung trọng và tăng lực cản, và khi đất bị khô cứng cũng làm tăng lực cản. Vì thế, dung trọng đất ảnh hưởng rất lớn đến sự sinh trưởng của rễ trong điều kiện đất khô. Ví dụ, một tầng đất bị nén chặt có dung trọng là 1.6g/cm^3 có thể ngăn cản sự xuyên phá của rễ khi đất khô, nhưng khi đất ướt rễ có thể xuyên phá dễ dàng qua tầng đất này.

8.2. Ảnh hưởng của sa cấu: Đất chứa nhiều sét sẽ hình thành nhiều vi tế không, nên rễ xuyên phá càng khó khăn. Do đó, nếu có dung trọng như nhau, rễ sẽ xuyên phá dễ dàng trong đất cát so với đất sét. Sự sinh trưởng của rễ trong đất ẩm thường bị giới hạn ở dung trọng khoảng 1.45g/cm^3 trên đất sét, và khoảng 1.85g/cm^3 trên đất cát.

III. ĐỘ RỖNG CỦA ĐẤT KHOÁNG

1. Định nghĩa: độ rỗng là tỉ lệ thể tích phần rỗng trên đơn vị tổng thể tích đất. Một trong những lý do chúng ta đo dung trọng và tỉ trọng đất là để tính tổng độ rỗng của đất. Một loại đất có cùng tỉ trọng, nếu dung trọng càng thấp thì tổng độ rỗng càng cao. Các lỗ rỗng, hay còn gọi là tế không, là khoảng trống nằm giữa các hạt rắn của đất.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tổng độ rỗng của đất. Một tầng đất mặt lý tưởng cho sự sinh trưởng của cây trồng là đất có sa cấu trung bình (thịt), có cấu trúc dạng viên, độ rỗng chiếm khoảng 50% tổng thể tích đất, và nước chiếm khoảng 50% độ rỗng này (hay 25% tổng thể tích đất). Thực tế, tổng độ rỗng khác nhau rất lớn giữa các loại đất, do dung trọng của chúng khác nhau. Độ rỗng có thể biến thiên từ 25% ở các tầng đất sâu bị nén chặt, đến khoảng 60% ở tầng đất mặt có hàm lượng chất hữu cơ cao, có cấu trúc viên. Cũng như dung trọng, độ rỗng của đất có thể thay đổi do phương pháp quản lý đất. Đất canh tác lâu năm thường có độ rỗng thấp hơn đất mới khai phá do hàm lượng chất hữu cơ trong đất bị giảm trong quá trình canh tác, và mất dần cấu trúc dạng viên.

3. Kích thước các lỗ rỗng (tế không). Giá trị dung trọng chỉ cho ta biết tổng độ rỗng của đất, nhưng thực tế các tế không trong đất rất khác nhau về kích thước và hình dạng. Kích thước tế không được chia thành nhiều loại, ở đây chúng ta chỉ xét 2 loại chính, đó là đại tế không (đường kính $> 0.08\text{mm}$) và vi tế không (đường kính $< 0.08\text{mm}$)

3.1. Đại tế không: là các tế không trong đó nước, không khí dễ dàng di chuyển cũng như sự xuyên phá của rễ cây, là nơi cư trú của các vi động vật đất. Đại tế không có thể được hình thành giữa các hạt cát trong các loại đất có sa cấu thô. Vì vậy, mặc dù đất có

sa cấu cát sẽ có tổng độ rỗng thấp nhưng nước và không khí di chuyển nhanh, do chúng chứa nhiều đại tế không. Trong các loại đất có cấu trúc tốt (đất thịt, chứa nhiều chất hữu cơ), đại tế không có thể được hình thành giữa các đơn vị cấu trúc đất. Các đại tế không cũng có thể được hình thành do rễ thực vật, giun đất; được gọi là các **tế không sinh học**.

3.2. Vi tế không: trong điều kiện đồng ruộng các vi tế không thường chứa đầy nước. Nhưng ngay cả khi không chứa nước, sự di chuyển của không khí cũng rất chậm do kích thước của vi tế không quá nhỏ. Nước di chuyển trong vi tế không rất chậm, và phần lớn nước được giữ lại trong vi tế không, lượng nước này không hữu dụng đối với thực vật. Đối với đất có sa cấu mịn, không có cấu trúc viên, sự di chuyển của nước và không khí trong đất rất chậm, mặc dù tổng độ rỗng của đất này khá cao. Độ thoát khí thấp, nhất là tầng đất sâu. Vi tế không có kích thước quá nhỏ nên ngay cả vi khuẩn cũng không thể sinh sống trong đấy, các hợp chất hữu cơ có thể tồn tại hàng trăm năm trong các vi tế không vẫn không bị vi sinh vật phân giải.

Kích thước của các tế không ảnh hưởng rất lớn đến tốc độ thoát nước, độ thoát khí của đất và các tiến trình khác so với tổng độ rỗng. Làm tơi xốp đất, tăng cường quá trình hình thành cấu trúc viên cho các loại đất có sa cấu mịn chủ yếu là chúng ta làm tăng tỉ lệ của đại tế không trong đất, nhưng không tăng tổng độ rỗng của đất.

4.Ảnh hưởng của quá trình canh tác đến kích thước tế không. Canh tác liên tục, nhất là trên các loại đất có hàm lượng chất hữu cơ nguyên thủy cao thường làm giảm số lượng đại tế không trong đất. Việc cày đất sẽ làm giảm hàm lượng chất hữu cơ và tổng độ rỗng nhanh chóng, nhưng chủ yếu là giảm số lượng đại tế không.

Thời gian gần đây, nhiều nơi trên thế giới áp dụng biện pháp canh tác không làm đất hoặc làm đất tối thiểu, nhằm duy trì hàm lượng chất hữu cơ trong tầng đất mặt và hạn chế việc phá vỡ các đại tế không trong tầng đất này, nhất là sự phá vỡ các tế không sinh học.

Tính phần trăm độ rỗng trong đất: Dung trọng đất có thể được đo dễ dàng và tỉ trọng đất khoáng chứa chủ yếu các khoáng silicate thường là 2.65g/cm^3 . Việc đo trực tiếp độ rỗng đất yêu cầu các thiết bị rất phức tạp và tốn kém. Vì vậy để xác định tổng độ rỗng đất thường chúng ta dùng các số liệu dung trọng và tỉ trọng của đất đó.

Các thông số dùng để tính tổng độ rỗng cần thiết:

D_b = dung trọng, g/cm^3 .

V_s = thể tích phần hạt rắn, cm^3 .

D_p = tỉ trọng, g/cm^3 .

V_p = thể tích phần rỗng, cm^3 .

W_s = trọng lượng đất (phần rắn), g

$V_t = V_s + V_p$ = tổng thể tích đất, cm^3 .

Theo định nghĩa: $W_s/V_s = D_p$

và $W_s/(V_s + V_p) = D_b$

Tính W_s , ta được: $W_s = D_p \times V_s$

và $W_s = D_b \times (V_s + V_p)$

Vậy, $D_p \times V_s = D_b \times (V_s + V_p)$ và $V_s/(V_s + V_p) = D_b/D_p$

Do % độ rỗng + % thể tích phần rắn = 100%, và % độ rỗng = 100 - % thể tích phần rắn

% độ rỗng = $100 - (D_b/D_p \times 100)$

VÍ DỤ

Một loại đất có dung trọng là 1.28g/cm^3 , và tỉ trọng là 2.65g/cm^3 . Tổng độ rỗng là:

% độ rỗng = $100 - (1.28/2.65 \times 100) = 51.7$

Chú ý là trong cách tính này chúng ta chỉ biết tổng độ rỗng, công thức này không cho ta biết tỉ lệ giữa các đại và vi tế không.

Một số loại đất có hàm lượng chất hữu cơ cao thì tỉ trọng $< 2.65\text{g/cm}^3$, và đất chứa nhiều khoáng oxide Fe, tỉ trọng sẽ $> 2.65\text{g/cm}^3$. Ví dụ cách tính độ rỗng của đất có tỉ trọng là 3.21g/cm^3 , dung trọng là 1.20g/cm^3 như sau:

% độ rỗng = $100 - (1.20/3.21 \times 100) = 62.6$

Đất có tổng độ rỗng cao này cho thấy đất không bị nén, có cấu trúc viên tốt, có thảm thực vật phủ tốt.

Phân loại kích thước độ rỗng và tính chất vai trò của chúng

Phân loại đơn giản	Phân loại chi tiết	Đường kính (mm)	Tính chất và vai trò
Đại tế không	Đại tế không	0.08-5	Hình thành giữa các đơn vị cấu trúc, không giữ được nước, không khí di chuyển nhanh, là nơi cư trú của rễ, và một số động vật đất
Vi tế không	Tế không trung bình	0.03-0.08	Giữ được nước, dẫn nước do lực mao dẫn, là nơi cư trú của nấm và lông hút của rễ
	Tế không nhỏ	0.005-0.03	Hình thành bên trong các đơn vị cấu trúc đất, giữ nước hữu dụng cho cây trồng, là nơi trú ngụ của vi khuẩn
	Tế không cực nhỏ	<0.005	Hình thành trong các khoáng sét, giữ nước rất chặt không hữu dụng cho cây trồng, không có vi sinh vật đất sống trong đó

IV. SỰ HÌNH THÀNH VÀ TÍNH BỀN VỮNG CỦA CÁC TẬP HỢP ĐẤT (ĐƠN VỊ CẤU TRÚC CỦA ĐẤT)

Tăng cường sự hình thành và duy trì tính bền vững của các tập hợp đất là nhiệm vụ rất quan trọng, nhưng cũng rất khó khăn trong việc quản lý đất.

Trong các đơn vị cấu trúc của đất (một tập hợp đất riêng rẽ), mức độ chống chịu được với lực tác động của mưa hay làm đất rất khác nhau. Khi mưa hay cày đất, một số đơn vị cấu trúc rất dễ vỡ, nhưng một số khác lại khá bền vững. Thông thường các đơn vị cấu trúc có kích thước càng nhỏ thì tính chống chịu càng cao.

1. Cấu tạo của các tập hợp đất. Một tập hợp đất có kích thước >1mm thường là do sự kết dính của nhiều tập hợp có kích thước nhỏ hơn, các tập hợp nhỏ này lại do sự liên kết của nhiều đơn vị nhỏ hơn nữa, tiếp tục cho đến các cụm tập hợp của sét và mùn. Đơn vị cuối cùng của các tập hợp là sự liên kết giữa các hạt thịt, sét và mùn.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành và tính bền vững của các tập hợp trong đất. Sự hình thành các tập hợp của đất do các quá trình sinh học và hóa lý học. Quá trình lý học trong việc hình thành các tập hợp chủ yếu liên quan đến khoáng sét,

nền đất có sa cấu mịn, quá trình lý học có tầm quan trọng hơn. Ngược lại quá trình sinh học trong sự hình thành các tập hợp có tầm quan trọng trong đất cát.

2.1. Các tiến trình lý-hóa học: Vai trò quan trọng nhất của tiến trình lý học là (1) sự thu hút lẫn nhau giữa các hạt sét và (2) tính trương nở và co ngót của sét.

(1) Sự kết cụm của sét và vai trò của các cation hấp phụ bề mặt: Sự hình thành các tập hợp đất thường được bắt đầu bằng sự kết cụm của các hạt sét, các kết cụm này thường mang điện tích âm nên dễ dàng hấp phụ các cation. Sau đó các cụm sét này cùng với các hợp chất hữu cơ (mùn) trong đất nối kết với nhau bằng các cầu nối, đồng thời chúng nối với các hạt thít trong đất hình thành nên các đơn vị cấu trúc đất. Kết cụm của sét chịu ảnh hưởng lớn bởi các cation đa hóa trị như Ca^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} . Các đơn vị cấu trúc này sẽ được kết nối lại với nhau bởi các hợp chất keo vô cơ trong đất như các oxide Fe. Nhưng nếu đất chứa nhiều ion Na^+ , lực hấp thu giữa các hạt sẽ yếu đi do lực đẩy giữa các cụm sét mang điện tích âm. Do đó đất này thường bị phân tán và không thể hình thành nên cấu trúc.

(2) Sự thay đổi thể tích của sét: Khi bị khô, các kết cụm sét bị mất nước nên các phiến sét sẽ có xu hướng áp sát vào nhau làm cho thể tích đất bị giảm và hình thành nên các khe nứt. Theo thời gian các khe nứt càng ngày càng rộng và rõ, hình thành từng khối riêng rẽ.

2.2. Các tiến trình sinh học:

(1) Hoạt động của các sinh vật đất: Các tiến trình sinh học nổi bật trong quá trình hình thành tập hợp đất là (1) các hoạt động của giun đất, (2) sự kết nối giữa các hạt do hệ thống rễ con và sợi nấm, và (3) sự giải phóng các chất keo hữu cơ bởi các vi sinh vật đất, nhất là vi khuẩn và nấm. Trong đất, các hoạt động của giun đất và môi sẽ làm luân chuyển đất, chúng thường ăn đất và hình thành những viên đất. Thực vật cũng có vai trò nhất định là làm cho các hạt đất gần nhau hơn do lực xuyên phá của rễ, tạo điều kiện cho các hạt dễ liên kết với nhau hơn. Rễ cây và hệ thống sợi nấm, vi khuẩn cũng tiết ra các hợp chất hữu cơ có tính keo làm kết dính các hạt sét và các đơn vị cấu trúc lại với nhau. Tiến trình này rất có ý nghĩa trong các tầng đất mặt, nơi có sự hoạt động mạnh mẽ của rễ và động vật và là nơi có hàm lượng chất hữu cơ cao.

(2) Ảnh hưởng của chất hữu cơ: Trong phần lớn các loại đất, chất hữu cơ là tác nhân chính làm tăng cường sự hình thành và tính bền vững của cấu trúc dạng viên của đất. Do chất hữu cơ là nguồn cung cấp năng lượng cho các hoạt động của nấm, vi khuẩn và động vật đất; các sản phẩm hình thành trong quá trình phân giải chất hữu cơ sẽ làm gia tăng tốc độ hình thành các tập hợp.

(3) Ảnh hưởng của việc làm đất đến cấu trúc: Với việc sử dụng thuốc diệt cỏ và các thiết bị gieo trồng hiện đại, một số vùng đã áp dụng biện pháp kỹ thuật canh tác không

làm đất. Tuy nhiên vẫn còn nhiều nơi vẫn xem làm đất là điều cần thiết trong canh tác. Việc làm đất có 2 ảnh hưởng đến cấu trúc đất. Nếu làm đất trong điều kiện đất có ẩm độ thích hợp (thường là ẩm độ đồng ruộng), trong thời gian ngắn sẽ cải thiện được cấu trúc đất, do các thiết bị làm đất sẽ làm vỡ các tầng đất to, vùi xác bã hữu cơ, diệt cỏ, hình thành nên môi trường thuận lợi cho sự phát triển của cây con, vì ngay sau khi làm đất, lớp đất mặt đượcơi xốp hơn (giảm lực cản của đất) và tăng tổng độ rỗng của đất. Nhưng trong một thời gian dài, việc làm đất sẽ có ảnh hưởng xấu đến cấu trúc của đất. Do tác động của việc xới xáo, khuấy động nên việc làm đất sẽ làm gia tăng tốc độ phân giải chất hữu cơ, nhanh chóng làm giảm chất hữu cơ trong đất, nên làm yếu dần các liên kết của các tập hợp đất. Khi làm đất trong điều kiện đất quá ướt (như đất lúa nước) các tập hợp đất dễ dàng bị nát vụn ra, làm mất hoàn toàn các đại tế khổng (kỹ thuật đánh bùn trên đất lúa nước). Ngoài ra, các hợp chất hữu cơ có nhiệm vụ nối các đơn vị cấu trúc nhanh chóng bị phân giải do làm đất, sẽ mất dần tác dụng nối của chúng nên làm cấu trúc đất bị mất dần.

V. BIỆN PHÁP LÀM ĐẤT VÀ QUẢN LÝ CẤU TRÚC ĐẤT

Khi được bảo vệ dưới thảm thực vật dày và không có sự xáo trộn do làm đất, phần lớn tầng đất mặt các loại đất sẽ có cấu trúc tốt cho phép nước thấm nhanh và ít bị đóng ván sau khi mưa hay tưới. Tuy nhiên trong thực tế nông nghiệp, vấn đề tăng cường và duy trì cấu trúc tầng đất mặt là một thử thách to lớn. Nhiều nghiên cứu cho thấy theo quá trình canh tác, đất luôn bị mất dần cấu trúc do làm đất.

1. Ảnh hưởng của các phương pháp làm đất đến cấu trúc tầng đất mặt (lớp đất cày): Lớp đất cày được định nghĩa là lớp đất có liên quan đến sự sinh trưởng của cây trồng. Các tính chất cần chú ý trong lớp đất này không chỉ là cấu trúc mà còn cả dung trọng, ẩm độ, độ thoáng khí, khả năng tiêu nước, và khả năng giữ nước. Ví dụ lực cần thiết cho việc làm đất sẽ thay đổi rất lớn khi ẩm độ thay đổi một lượng nhỏ.

Đất sét sẽ dễ dàng kết dính và bị nén chặt khi làm đất trong điều kiện ướt. Nhưng khi khô lại rất cứng. Vì vậy việc chọn thời điểm có ẩm độ thích hợp cho việc làm đất trên đất sét khó khăn hơn nhiều so với đất cát, do sự thoát nước trong đất sét rất kém, cần thời gian khá dài để đất khô, nhưng khi bị khô lại rất cứng, cũng gây khó khăn cho việc làm đất. Tuy nhiên, các loại đất sét vùng nhiệt đới ẩm tương đối dễ làm đất hơn do chúng chứa nhiều oxide Fe, Al là các loại sét không có tính dính cao.

2. Làm đất theo phương pháp cổ truyền. Từ thời trung cổ, con người đã biết sử dụng các dụng cụ như cày để làm đất và vùi dư thừa thực vật vào trong đất trước khi gieo trồng. Sau khi gieo trồng, đất còn có thể được xới xáo vài lần nữa để diệt cỏ, phá ván trên mặt đất... Trong nền nông nghiệp hiện đại tất cả các khâu làm đất, chăm sóc,

thu hoạch sử dụng chủ yếu là các máy kéo nặng nên đất thường bị nén chặt trên các vùng này. Hiện nay cũng còn nhiều nông dân vẫn dùng cuốc tay và gia súc để làm đất do đó đất vẫn ít bị nén chặt hơn so với vùng đất cơ giới hóa nông nghiệp triệt để.

3. Làm đất theo hướng bảo tồn đất. Những năm gần đây hệ thống canh tác và biện pháp làm đất tối thiểu hoặc không làm đất đã được phát triển trên thế giới. Với kỹ thuật này, phần lớn các dư thừa thực vật sẽ tồn tại ngay trên mặt đất, do đó sẽ hạn chế rất lớn tốc độ xói mòn đất. Kỹ thuật này được gọi là kỹ thuật làm đất theo hướng bảo tồn đất.

4. Sự đóng ván của đất. Do tác động của mưa hay nước tưới, các tập hợp đất trên mặt có thể bị vỡ ra. Trong một số loại đất có muối hòa tan cao (như muối Natri), muối hòa tan này có thể làm cho keo sét bị phân tán. Một khi các tập hợp bị vỡ, các hạt sét phân tán sẽ bị rửa trôi và làm bịt kín các tế khổng của đất. Mặt đất sẽ nhanh chóng bị phủ bởi một lớp sét mịn, không có cấu trúc gọi là sự đóng ván trên mặt. Lớp ván này sẽ hạn chế sự thấm nước của đất và gia tăng lượng nước chảy tràn trên mặt, nguyên nhân chính gây nên sự xói mòn đất. Khi lớp ván khô sẽ rất cứng, hạt sẽ rất khó nảy mầm. Để hạn chế sự đóng ván của đất, nên luôn giữ một thảm phủ thực vật hay tú chất hữu cơ trên mặt đất để làm giảm tác động của hạt mưa. Nhưng nếu một khi lớp ván đã hình thành nên cày xới nhẹ lại. Trong quản lý đất đai nên bổ sung chất hữu cơ và các vật liệu cải tạo đất khác để hạn chế sự phân tán các sét và hình thành ván trên mặt.

5. Các vật liệu cải tạo cấu trúc đất. Ngoài các biện pháp kỹ thuật như làm đất, phủ chất hữu cơ..., trong quản lý đất người ta có thể sử dụng một số vật liệu vô cơ và hữu cơ nhằm cải thiện cấu trúc đất.

a. Thạch cao: Thạch cao (CaSO_4) là vật liệu dùng để cải tạo tính chất vật lý trên nhiều loại đất rất có hiệu quả. Calcium làm tăng tiến trình kết cụm, hạn chế phân tán sét, nên hạn chế sự đóng ván bề mặt. Calcium cũng làm giảm lực cản của tầng đất cứng, giúp rễ phát triển dễ hơn. Với đất chua, có thể dùng bột đá vôi (CaCO_3) thay cho thạch cao.

b. Các phức chất hữu cơ tổng hợp. Có thể dùng polyacrylamide (PAM) hòa vào nước tưới với nồng độ 15mg/lít, hay phun lên mặt đất với lượng 1-10kg/ha. Các phức chất hữu cơ làm tăng cường tính bền vững của cấu trúc đất, nhưng giá thành cao nên thường không có hiệu quả kinh tế trên đất nông nghiệp.

c. Các vật liệu khác. Một số loại tảo có khả năng sản sinh những sản phẩm có thể làm tăng tính kết dính của đất, nên bón các loại tảo này có thể cải thiện cấu trúc của đất. Lượng tảo bổ sung thường rất thấp, vì khi tảo sống ổn định trong đất, chúng sẽ phát triển rất nhanh, làm suy thoái chất lượng nguồn nước.

6. Một số hướng dẫn tổng quát trong làm đất.

- 6.1. Nên làm đất tối thiểu, nhất là khi làm đất bằng cơ giới, nhằm làm giảm tốc độ mất chất hữu cơ trong đất.
- 6.2. Nên vận hành máy móc trong điều kiện độ ẩm đất tối hảo (độ ẩm đồng ruộng) sẽ làm giảm tối thiểu sự phá hủy cấu trúc đất.
- 6.3. Nên luôn phủ chất hữu cơ trên mặt đất nhằm tăng cường chất hữu cơ, hoạt động của giun đất, và bảo vệ đất không chịu tác động trực tiếp của hạt mưa.
- 6.4. Nên bón nhiều dư thừa thực vật, phân hữu cơ, phân chuồng nhằm tăng cường sự hoạt động của vi sinh vật và tính bền vững của cấu trúc đất.
- 6.5. Nên luân canh với các cây làm thức ăn gia súc (nhất là cỏ họ đậu) nhằm tăng cường chất hữu cơ nhờ hệ thống rễ của cỏ.
- 6.6. Trồng cây che phủ và cây phân xanh.
- 6.7. Bón thạch cao (hay đá vôi trên đất chua), hoặc các phức chất hữu cơ khác.

VI. Một số tính chất cơ-lý khác của đất.

1. Độ kết dính hay độ chặt. là lực kết dính giữa các hạt của đất và giữa các hạt và nước trong đất. Mức độ kết dính do các hợp chất có tính keo trong đất như silica, calcite, sắt...

Âm độ đất ảnh hưởng rất lớn đến độ kết dính của đất. Vì vậy đất ẩm thường phân loại theo độ dính độ dẻo, đất khô phân loại theo độ cứng, độ chặt.

2. Lực cản của đất. Là tính chất quan trọng đối với làm đất. Là khả năng chống lại lực cắt của việc cày đất (phá vỡ đất).

2.1. Đất có tính dính. Đất có tỉ lệ sét > 15% sẽ có tính dính. Hai thành phần tạo nên lực cản là: (1) lực tĩnh điện giữa các lá sét và giữa bề mặt sét với nước trong vi tế không, (2) lực ma sát giữa các hạt. Lực cản giảm đáng kể khi đất đủ ẩm, nhưng khi đất khô lực kết dính tăng rất cao, đất cứng và chặt, nên sẽ khó khăn cho làm đất và sự xuyên phá của rễ cây.

2.2. Đất không có tính dính (đất cát hay sét không có tính dính). Lực cản này do lực ma sát giữa các hạt và bề mặt hạt. Âm độ thường không ảnh hưởng đến lực cản của loại đất này. Một số loại đất có lực cản thấp và mất lực cản hoàn toàn khi ướt. Chú ý trong xây dựng.

2.3. Sự lắng đọng-độ nén chặt. Khi cấu trúc bị vỡ, các hạt tách rời và gây ra hiện tượng lắng đọng, các hạt sắp xếp lại tho kích thước, gây nên hiện tượng lún sụp và nén chặt. Trong làm đất cần hạn chế các tác động làm tăng độ nén chặt như đánh bùn (làm đất trong điều kiện đất quá ẩm).

2.4. Tính trương nở-co ngót. Một số loại sét như smectite có tính trương nở khi ướt và co ngót khi khô. Do lực tĩnh điện thu hút nước khi ướt, đồng thời các cation trên bề mặt cũng hút nước nên làm tăng thể tích sét. Khi đất khô, sét và cation bị mất nước nên làm giảm thể tích.

2.4.1. Giới hạn Atterberg.

- Giới hạn co ngót. Một số loại sét khi cho nước vào sẽ thay đổi đáng kể tính chất và độ chặt của chúng. Khi khô đất rất cứng, khi cho vào 1 ít nước, đất sẽ mềm, xốp.

- Giới hạn dính. Khi tiếp tục thêm nước vào, đất sẽ có tính dính, nặn tượng được.

- Giới hạn chảy. Tiếp tục thêm nước vào, các thành phần của đất phân tán chảy theo nước.

Các ngưỡng ẩm độ này gọi là giới hạn Atterberg.

2.4.2. Hệ số dính (PI). Là khoảng ẩm độ giữa giới hạn dính (PL) và giới hạn chảy (LL), thể hiện khoảng ẩm độ tạo cho đất có tính dính. $PI = LL - PL$

Đất có $PI > 25$, có tính trương nở cao. Sét smectite có PI cao và sét kaolinite có PI thấp.

Câu hỏi nghiên cứu.

1. Nêu các ưu, nhược điểm của đất có sa cấu cát, cát pha thịt, thịt pha sét, sét.
2. Các loại đất có sa cấu trên (câu 1) thường có cấu trúc dạng nào trên tầng mặt và tầng sâu.
3. Hai loại đất đều có sa cấu thịt pha sét trên tầng mặt, dung trọng ban đầu đều là 1.1 g/cm^3 . Với hai phương pháp làm đất khác nhau, sau một thời gian, đất A có dung trọng là 1.48 g/cm^3 , đất B: 1.29 g/cm^3 . Nêu những nguyên nhân gây ra sự khác biệt này?
4. Sự thay đổi độ rỗng của 2 loại đất trên do sự thay đổi đại tế không hay vi tế không?
5. Xác định sa cấu của 2 loại đất có: (1) 15% sét, 45% thịt; (2) 80% cát, 10% sét.
6. Thảo luận các tác động của kỹ thuật làm đất đến cấu trúc đất. Dực vào yếu tố vật lý nào để quyết định phương pháp làm đất?
7. Trên đất vườn, nêu 3 điều nên làm và 3 điều không nên làm trong quản lý cấu trúc đất.

Chương 5. NƯỚC TRONG ĐẤT

Bài 1. Tính chất và trạng thái nước trong đất

1. Cấu trúc và tính chất.

1.1. Tính phân cực của nước. Hai nguyên tử H và O nối với nhau theo hình chữ V nên các điện tử chung trong nối cộng hóa trị có khuynh hướng gần với nguyên tử O hơn, nên các phân tử nước có tính phân cực. Do đó các phân tử nước tạo được phản ứng với nhau. Các phân tử nước kết nối thành chuỗi nhờ cực (+) phía H và cực (-) phía O. Do liên kết này nên nước có nhiệt độ sôi cao hơn các chất lỏng khác như rượu.

Khi nước hấp phụ trên các ion hay bề mặt khoáng sét (mang điện tích), các phân tử nước liên kết chặt hơn so với liên kết giữa các phân tử nước. Liên kết càng chặt, sự di chuyển của nước càng bị hạn chế và trạng thái năng lượng của nước càng thấp so với nước nguyên chất, do 1 phần năng lượng của nước tiêu tốn trong liên kết này. Các ion hay sét ngậm nước, năng lượng của nước sẽ giải phóng, nhiệt giải phóng khi ion ngậm nước hay đất bị ngập nước.

1.2. Nối hydrogen. Nối H là 1 nối hóa học yếu do 1 nguyên tử H nối với 2 nguyên tử O. Do có tính âm điện cao nên 1 nguyên tử O trong 1 phân tử nước này sẽ thu hút với 1 H trong phân tử nước bên cạnh. Kiểu nối này hình thành nên cấu trúc chuỗi của nước. Nối H cũng làm cho nước có điểm sôi, nhiệt riêng, độ nhớt cao hơn so với các hợp chất có chứa H khác như H_2S .

1.3. Tính liên kết và hút bám. Nối H tạo nên 2 lực chính ảnh hưởng đến sự di chuyển của nước: lực liên kết giữa các phân tử nước và lực hấp phụ bề mặt giữa các phân tử nước và bề mặt các hạt khoáng. Hai lực này hình thành khả năng giữ nước và kiểm soát di chuyển của nước trong đất, tính dinh và dẻo của sét.

1.4. Sức căng bề mặt. Hình thành trên bề mặt nơi tiếp xúc giữa không khí và chất lỏng, làm cho lực liên kết mạnh hơn so với không khí bên trên. Là lực hướng nội, nên bề mặt nước hình thành 1 màng mỏng có tính đàn hồi. Do lực liên kết cao nên nước có sức căng bề mặt lớn, ảnh hưởng lớn đến mao dẫn, khả năng di chuyển của nước trong đất.

1.5. Mao dẫn. Hai lực chính hình thành mao dẫn: (1): lực hấp phụ và (2) sức căng bề mặt của nước. Lực mao dẫn $h = 0.15/r$, với h: chiều cao nước dâng (cm), r: bán kính ống dẫn (cm). r càng nhỏ, lực mao dẫn càng lớn, nước dâng càng cao.

1.6. Mao dẫn của nước trong đất. Thường thấp hơn nhiều so với lý thuyết, do các tế không trong đất nối với nhau không đồng nhất về kích thước và không theo đường thẳng, ngoài ra các tế không còn chứa không khí, ngăn cản sự di chuyển của nước..

Độ cao dâng của mao dẫn trên đất sét thường cao hơn đất cát, nhưng tốc độ mao dẫn chậm hơn do lực ma sát. Đất cát nhiều đại tế khổng nên lực ma sát thấp, nhưng kích thước to nên lực mao dẫn thấp.

2. Năng lượng của nước trong đất.

Nước di chuyển do có sự chênh lệch về tiềm năng lượng (thế năng) của nước. Nước luôn di chuyển từ nơi có thế năng cao đến nơi có thế năng thấp.

2.1. Các lực ảnh hưởng đến thế năng của nước.

2.1.1. Lực matrix-lực hấp phụ bề mặt. Lực hấp phụ giữa phân tử nước và bề mặt hạt sét. Lực này làm giảm đáng kể thế năng của nước gần hạt sét.

2.1.2. Lực thẩm thấu. Lực hấp phụ nước bởi các ion và các chất hòa tan khác, làm giảm thế năng nước trong dung dịch đất.

2.1.3. Trọng lực. Do lực hút của quả đất làm cho nước di chuyển từ nơi có cao độ cao đến nơi thấp hơn.

2.2. Thế năng của nước trong đất. Nước trong đại tế khổng có thế năng cao hơn nước trong vi tế khổng, do lực hấp phụ nước trong đại tế khổng yếu (hoặc không được hấp phụ). Do đó đất càng ẩm, thế năng nước càng cao, khi áp sát 2 mẫu đất có cùng sa cấu, cấu trúc, nước sẽ di chuyển từ nơi đất ẩm (thế năng cao) sang đất khô (thế năng thấp).

Nước luôn di chuyển từ nơi có thế năng cao đến nơi có thế năng thấp. Luôn nhớ điều này trong nghiên cứu trạng thái nước trong đất.

2.2.1. Trọng lực. $\phi_g = gh$, g: gia tốc trọng trường, h: độ cao nước so với độ cao chuẩn, Khi đất bão hòa nước (sau mưa lớn, tưới đẫm), trọng lực đóng vai trò quan trọng trong việc tiêu nước.

2.2.2. Lực matrix (hấp phụ). Lực hấp phụ càng mạnh, thế năng nước càng giảm. Đây là lực kiểm soát sự di chuyển của nước trong điều kiện không bão hòa nước. Sự di chuyển của nước, hấp thụ nước của cây trồng, kỹ thuật làm đất chịu ảnh hưởng lớn bởi lực này.

2.2.3. Lực thẩm thấu. Hình thành khi xuất hiện các chất hòa tan trong dung dịch đất, làm giảm thế năng nước. Nước được thu hút xung quanh các chất này nên làm giảm khả năng di chuyển. Ảnh hưởng chính của lực thẩm thấu là tác động đến sự hút nước của màng tế bào, do màng tế bào có tính bán thấm. Khi nồng độ muối trong dung dịch đất cao, thế năng nước giảm thấp hơn thế năng nước trong dịch tế bào. Làm giảm khả năng hút nước của tế bào.

2.3. Các phương pháp diễn tả năng lượng nước trong đất.

2.3.1. Chiều cao cột nước (cm)

2.3.2. Áp suất không khí (độ cao mực nước biển): 1atm.; hay 760mm Hg; 1020cm chiều cao cột nước).

2.3.3. Bar (tương đương 1pm suất không khí chuẩn)

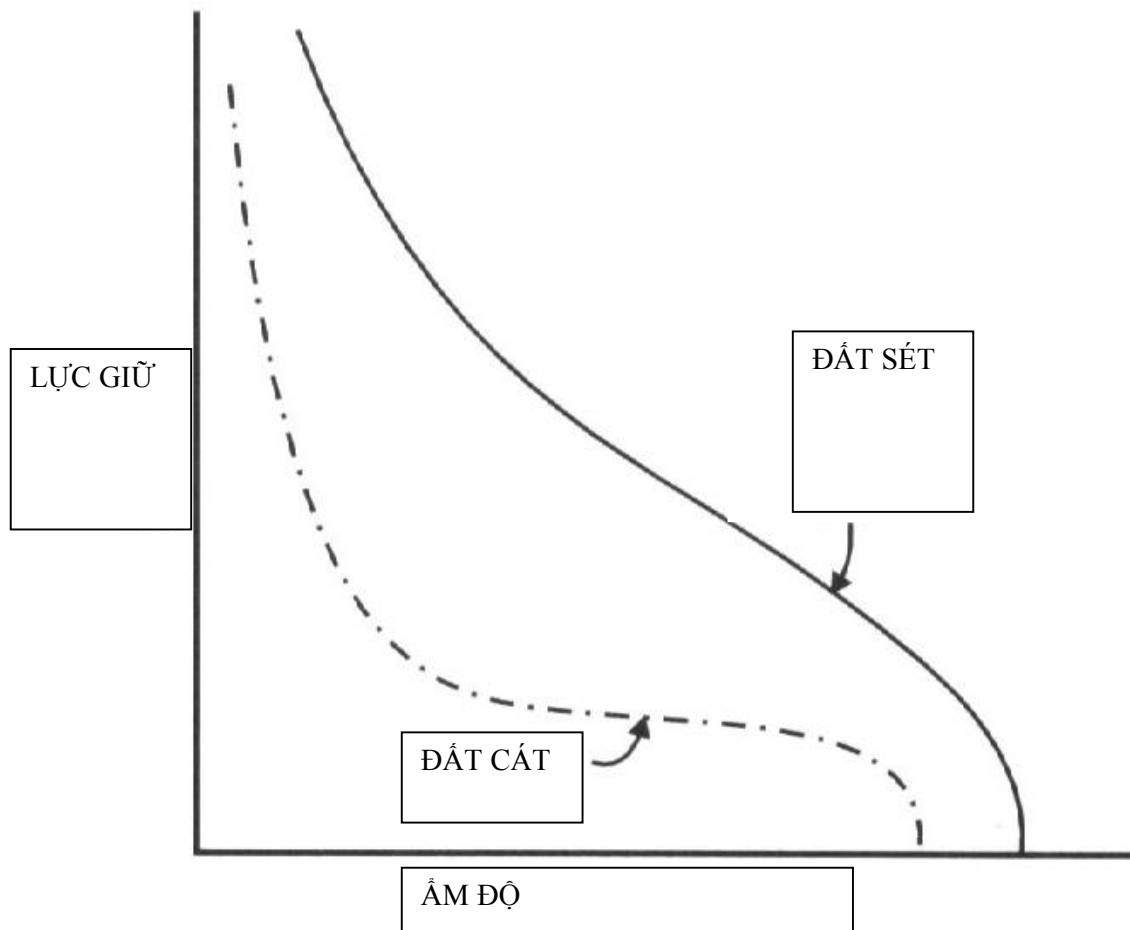
Tương quan giữa các đơn vị diễn tả năng lượng nước

Chiều cao cột nước, cm	Bars	kPa (kilo Pascal)
0	0	0
10.2	-0.01	-1
102	-0.1	-10
306	-0.3	-30
1020	-1.0	-100
15300	-15	-1500
31700	-31	-3100
102000	-100	-10000

3. Độ ẩm và lực giữ nước của đất.

Độ ẩm và lực giữ nước của đất có tương quan nghịch.

3.1. Đường cong đặc trưng của nước trong đất



Tương quan giữa lực giữ nước và ẩm độ được trình bày tổng quát trong hình trên. Còn gọi là đường cong đặc trưng của nước trong đất. Lực giữ nước thay đổi theo ẩm độ đất, hay ẩm độ đất thay đổi theo lực giữ nước.

3.2. Ảnh hưởng của sa cấu. Ở mỗi thể năng như nhau, lượng nước giữ được trên đất sét cao hơn đất cát, tương tự, ở 1 ẩm độ như nhau, nước trên đất sét được giữ chặt hơn trên đất cát, do hàm lượng sét ảnh hưởng lớn đến tỉ lệ vi tế không trong đất. Hơn phân nửa nước trong đất sét được giữ chặt trong vi tế không, rễ cây không hấp thu được.

Vậy sa cấu ảnh hưởng rất lớn đến khả năng giữ nước của đất.

3.3. Ảnh hưởng của cấu trúc. Cấu trúc viên có độ rỗng lớn nên có khả năng giữ nước cao hơn các dạng cấu trúc khác. Đất có tổng d965 rỗng cao, giữ nước cao và tỉ lệ đại tế không lớn nước ít bị giữ chặt hơn.

4. Các phương pháp xác định hàm lượng nước trong đất (độ ẩm của đất).

4.1. Độ ẩm đất có thể tính trên đơn vị trọng lượng hoặc thể tích đất.

4.1.1. Độ ẩm thể tích θ_v . Trọng lượng nước chứa trong 1 đơn vị thể tích đất khô.

4.1.2. Độ ẩm trọng lượng θ_m . Trọng lượng nước chứa trong 1 đơn vị trọng lượng đất khô.

Độ ẩm thể tích thường được sử dụng trong quản lý nước nông nghiệp. Lượng nước mưa hay tưới được diễn tả bằng chiều cao lớp nước, nên để thuận tiện, chúng ta sử dụng tỉ lệ chiều cao lớp nước/chiều sâu lớp đất. Ví dụ đất chứa $0.1m^3$ nước trong $1m^3$ đất (10% thể tích), tỉ lệ lớp nước là $0.1m/m$ chiều sâu lớp đất.

Phương pháp chuẩn dùng để xác định độ ẩm là phương pháp trọng lượng, cân trọng lượng đất ẩm, sấy khô, cân trọng lượng đất khô, trọng lượng nước mất là nước chứa trong đất.

Một số phương pháp xác định ẩm độ đất

Phương pháp	Xác định		Biên độ thích hợp (kPa)	Nơi sử dụng		Chú ý
	Hàm lượng	Lực giữ		Ngoài đồng	Trong phòng	
Trọng lượng	X		0 đến <-1000		X	Hủy mẫu, thời gian 2-3 ngày
Hộp điện trở	X		-100 đến -1500	X		Đọc tự động, không nhạy với độ ẩm đồng ruộng
Điện cực H	X		0 đến -1500	X		Đất tiền, không tốt trên đất hữu cơ

Tensiometer		X	0 đến -85	X		Rẻ, Chính xác: 0.1 đến -1kPa
Màng chịu áp lực cao		X	-50 đến -10000		X	Thiết lập đường cong đa75c trung của nước trong đất

4.2. Xác định ẩm độ đất theo phương pháp trọng lượng.

θ_m (g nước/g đất) = (trọng lượng đất ẩm – trọng lượng đất khô) / trọng lượng đất khô.

θ_v = (trọng lượng đất ẩm – trọng lượng đất khô) / thể tích đất khô.

θ_v (cm³ nước/cm³ đất) = $D_b \cdot \theta_m$

5. Tính thấm của nước trong đất

5.1. Thấm ban đầu. tiến trình nước đi vào các tế khổng, được diễn tả:

$I = Q / (A \cdot t)$, với:

Q: thể tích nước thấm vào tế khổng (m³),

A: diện tích bề mặt nước thấm qua (m²),

t: thời gian thêm (giây)

I: tốc độ thấm (m/s), thường dùng cm/giờ.

5.2. Thấm lậu. Thấm ban đầu xảy ra ở tầng mặt, khi vào trong đất nước tiếp tục di chuyển xuống sâu hay lan rộng, gọi là thấm lậu.

6. Sự di chuyển của nước trong các tầng đất. Thường nước di chuyển dễ dàng trong tầng đất có sa cấu thô, đất không bị nén chặt hay kết cứng.

7. Mô tả ẩm độ đất.

7.1. Độ ẩm bão hòa. (lực giữ nước: 0bar). Còn gọi là khả năng giữ nước tối đa của đất, khi tất cả tế khổng (vi và đại tế khổng) hoàn toàn đầy nước. Độ ẩm bão hòa chỉ duy trì khi nước tiếp tục được bổ sung, vì nước trong các đại tế khổng theo thời gian sẽ di chuyển xuống sâu theo trọng lực. Thể nước trong trạng thái bão hòa chính là tổng độ rỗng của đất.

7.2. Độ ẩm đồng ruộng. (lực giữ nước – 0.33 bars). Nếu không tiếp tục được bổ sung, nước trong các đại tế khổng sẽ nhanh chóng thấm sâu theo trọng lực. Sau 1-3 ngày, tốc độ thấm giảm nhanh và không còn thấm theo trọng lực. Độ ẩm tại thời điểm này độ ẩm đồng ruộng hay khả năng giữ nước ngoài đồng. Độ ẩm đồng ruộng rất có ý nghĩa trong nông nghiệp do:

- đất giữ 1 lượng nước hữu dụng tối đa cho cây trồng;
- gần với giới hạn dính của sét, nên dễ dàng làm đất;
- tỉ lệ không khí và nước trong độ rỗng thích hợp cho hoạt động của vi sinh vật và rễ cây.

7.3. Độ ẩm héo cây. Còn gọi là phần trăm héo hay hệ số héo cây. (lực giữ nước -15 bars). Khi đất khô, nước chỉ còn hiện diện trong các vi tế không, nơi đây lực giữ nước rất lớn, nên lực hút nước của rễ không thắng được lực giữ nước của đất, nên cây sẽ bị héo cả vào ban đêm. Độ ẩm tại thời điểm này là độ ẩm héo cây.

7.4. Độ ẩm hữu dụng. Lượng nước trong khoảng độ ẩm này cây trồng sử dụng được. Độ ẩm hữu dụng là lượng nước có trong độ ẩm đồng ruộng đến độ ẩm héo cây (-0.33 đến -15 bars).

Tổng lượng nước hữu dụng đối với cây trồng phụ thuộc vào độ sâu vùng rễ và tổng lượng nước hữu dụng.

Ví dụ.

Độ sâu tầng đất (cm)	Độ ẩm sâu tương đối rễ	θv đồng ruộng (%)	θv héo cây (%)	Nước hữu dụng (cm)
0-20	xxxxxxxxxx	26.4	9.6	3.36
20-40	xxxx	22.4	9.8	2.52
40-75	xx	30.0	15.0	5.25
75-100	xx	27.0	15.0	3.0
100-125		24.0	17.6	Không rễ
Tổng				14.13cm

7.5. Độ ẩm khô kiệt. Lực giữ nước -31bars. Gần như trạng thái không khí bão hòa hơi nước.

8. Các yếu tố ảnh hưởng đến nước hữu dụng

8.1. Lực hấp phụ bề mặt (lực matrix). Do ảnh hưởng đến lượng nước tại độ ẩm đồng ruộng và độ ẩm héo cây. Hai ẩm độ này chịu ảnh hưởng bởi sa cấu, cấu trúc và hàm lượng chất hữu cơ trong đất. Đất có sa cấu thịt thường có khả năng giữ lượng nước hữu dụng cao nhất. Đất cát không giữ được nhiều nước, nhưng đất sét lượng nước hữu dụng được giữ không cao do lượng nước ở độ ẩm héo cây khá cao.

Đất có hàm lượng chất hữu cơ càng cao, nước hữu dụng được giữ càng cao do khả năng giữ nước của bản thân chất hữu cơ và do khả năng cải thiện cấu trúc của chất hữu cơ.

8.2. Độ nén chặt của đất. Đất bị nén chặt, dung trọng cao, tỉ lệ đại tế không giảm nên làm giảm khả năng giữ nước hữu dụng.

8.3. Lực thẩm thấu. Hàm lượng muối hòa tan cao, bón phân hòa tan với liều lượng cao làm tăng lực thẩm thấu nên giảm khả năng hữu dụng của nước. Lực này rất có ý nghĩa trên các vùng đất bị hạn, mặn, phèn.

8.4. Độ sâu các tầng đất. Tổng nước hữu dụng phụ thuộc vào tổng thể tích đất rỗng có thể phát triển được. Đất có tầng đất thực càng sâu và không có tầng bị nén chặt, khả năng giữ nước hữu dụng càng cao.

Câu hỏi nghiên cứu.

1. Giải thích tại sao nước có thể di chuyển từ tầng nước ngầm lên các tầng đất bên trên.
2. Có các dữ liệu sau: tầng A (0-30cm), $D_b = 1.2 \text{g/cm}^3$; $\theta_m = 28\%$ tại 0.33bars và 8% ở -15bars. Tầng Bt1 (30-70cm), $D_b = 1.4 \text{g/cm}^3$; $\theta_m = 30\%$ tại 0.33bars và 15% ở -15bars. Tầng Bt2 (70-120cm), $D_b = 1.9 \text{g/cm}^3$; $\theta_m = 20\%$ tại 0.33bars và 5% ở -15bars. Tính khả năng giữ nước hữu dụng trong 3 tầng đất trên.
3. Một dụng cụ lấy mẫu đất hình trụ có bán kính $r = 3.25 \text{cm}$, cao $l = 15 \text{cm}$. Trọng lượng ống nặng 300g. Khi lấy đầy đất ngoài đồng, trọng lượng đất và ống: 972g. Sấy khô, cân lại còn 870g. Tính độ ẩm đất theo trọng lượng và thể tích.
4. Giải thích tại sao khi bị nén chặt, khả năng giữ nước hữu dụng của đất bị giảm?
5. Định nghĩa các thuật ngữ: độ ẩm bão hòa, độ ẩm đồng ruộng, độ ẩm héo cây, độ ẩm hữu dụng, độ ẩm không hữu dụng.

Chương 5. NƯỚC TRONG ĐẤT

Bài 2. Độ thoáng khí và nhiệt độ đất

1. Độ thoáng khí của đất.

1.1. Tính chất. Độ thoáng khí của đất được quyết định bởi tốc độ trao đổi khí giữa đất và khí quyển, tỉ lệ không khí trong thành phần rỗng của đất, thành phần khí trong đất, và kết quả của các tiến trình oxi hóa-khử trong đất.

Độ thoáng là yếu tố quan trọng của đất vì tất cả các hoạt động của sinh vật đất đều cần O_2 . Khi đất thoáng, cây trồng đủ O_2 , đồng thời tránh ngộ độc CO_2 . Thực vật không sinh trưởng trong điều kiện không ngập nước, hàm lượng O_2 cần tối thiểu là 10% (khí quyển là 21%).

1.2. Độ thoáng khí của đất.

Độ thoáng được xác định thông qua hàm lượng O_2 hữu dụng trong đất, và được kiểm soát bởi:

- Tỉ lệ đại tế khổng;
- Hàm lượng nước trong đất (độ ẩm);
- Mức độ hoạt động của sinh vật (tiêu thụ O_2).

Cây trồng thường bị thiếu O_2 khi độ ẩm gần đạt bão hòa (>80% độ rỗng đầy nước). Độ ẩm đất cao chiếm chỗ O_2 và hạn chế khuếch tán CO_2 ra ngoài.

1.3. Các phương pháp xác định độ thoáng khí của đất.

1.3.1. Thành phần khí trong đất.

a. Nồng độ trong khí quyển khoảng 21% theo thể tích, CO_2 : 0.025% và N_2 : 78%.

Nhưng hàm lượng O_2 trong đất thấp hơn rất nhiều, trong lớp đất mặt luôn <20%, tầng sâu <5%.

b. Nồng độ CO_2 trong đất thường cao gấp 10 lần so với khí quyển (0.35%). Khi nồng độ này >10% có thể ảnh hưởng đến hoạt động của sinh vật đất.

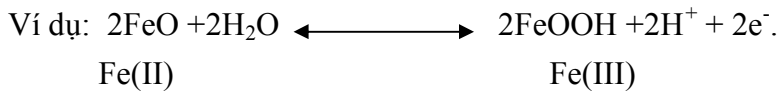
c. Các khí khác. Trong điều kiện bão hòa nước (yếm khí), nồng độ các loại khí khác thường cao hơn so với khí quyển, do sự phân giải chất hữu cơ trong điều kiện yếm khí, như CH_4 , H_2S , C_2H_2 ...

1.3.2. Độ rỗng chứa không khí. Độ thoáng lý tưởng khi đất có độ rỗng 50%, trong đó không khí chiếm 50% độ rỗng. Hoạt động của sinh vật hạn chế đáng kể khi tỉ lệ không khí chiếm <20% độ rỗng, hay <10% thể tích đất.

Một trong những nguyên nhân gây nên thiếu O_2 là nước trong các tế khổng ngăn cản sự khuếch tán của O_2 .

1.3.3. Điện thế oxi hóa khử (redox). Một tính chất hóa học quan trọng của đất liên quan đến độ thoáng khí là trạng thái oxi hóa-khử của các nguyên tố hóa học trong đất. Các nguyên tố này sẽ thay đổi trạng thái khi độ thoáng thay đổi.

a. Phản ứng oxi hóa-khử.

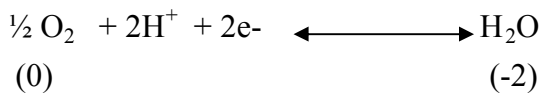


Fe(II) mất 1e^- thành Fe(III), và hình thành ion H^+ . Phản ứng oxi hóa khử là phản ứng chuyển e^- từ chất này sang chất khác.

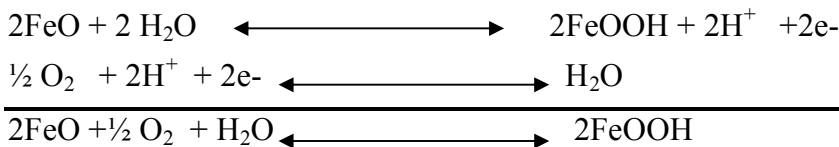
Điện thế oxi hóa khử (Eh) được đo bằng 1 điện cực Pt.

Vậy đo Eh là để xác định các nguyên tố có khuynh hướng cho và nhận e^- . Đơn vị của Eh là volt. Eh của nước được qui định = 0V.

b. Vai trò của Oxygen. O_2 là chất oxi hóa mạnh do nhận e^- nhanh. O_2 Có thể oxi hóa cả chất hữu cơ và vô cơ. O_2 Oxi hóa 1 chất khác, nên O_2 là chất bị khử.

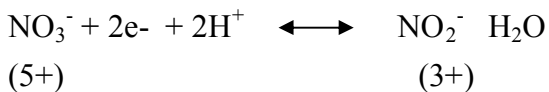


O_2 có điện tích = 0 trong O_2 , khi nhận 2e^- , thành (-2) trong phân tử nước. Các e^- này có thể được cho bởi 2 phân tử FeO khi xảy ra phản ứng oxi hóa khử.



Eh phụ thuộc vào (1) hàm lượng O_2 , các chất oxi hóa khác và pH đất.

c. Các chất nhận e^- khác. Ví dụ Nitrogen



d. Ảnh hưởng của pH đến các phản ứng oxi hóa khử. Trong khoảng pH từ 2-8, khi pH tăng, Eh sẽ giảm. Ở pH=6, Eh < +500mV, nitrate khử thành nitrite, khi Eh = +200mV, FeOOH khử thành Fe^{2+} . Khí metan hình thành trong đất ngập nước khi pH=6, yêu cầu Eh < -200mV.

1.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ thoáng khí của đất.

1.4.1. Khả năng tiêu nước của đất. Phụ thuộc vào tỉ lệ đại tế không trong đất.

1.4.2. Tốc độ hô hấp của sinh vật đất.

1.4.3. Độ thoáng khí trong các tầng đất. tầng sâu luôn có độ thoáng kém hơn tầng mặt.

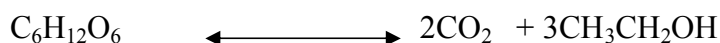
1.4.4. Tính không đồng nhất về độ thoáng. Ngoài tính không đồng nhất theo độ sâu (phần diện), độ thoáng còn không đồng nhất do làm đất, sự phân bố đại tế không, do phát triển của rễ cây, theo mùa...

1.5. Các ảnh hưởng về mặt sinh thái của độ thoáng khí.

1.5.1. Phân giải dư thừa thực vật. Độ thoáng kém sẽ làm chậm tiến trình phân giải chất hữu cơ, vì vậy đất ngập nước thường có sự tích tụ chất hữu cơ cao hơn so với đất thoáng khí.

Tốc độ phân giải chất hữu cơ phụ thuộc vào nồng độ O₂ trong đất. Khi đủ O₂, vi sinh vật hiếu khí hoạt động mạnh và chất hữu cơ được phân giải nhanh.

Khi thiếu O₂, vi sinh vật yếm khí sẽ thực hiện việc phân giải chất hữu cơ, nhưng với tốc độ rất chậm.



Vì vậy đất có độ thoáng kém thường chứa nhiều sản phẩm phân giải như ethylen, rượu, các acid hữu cơ có thể gây ngộ độc cho cây. Ảnh hưởng này rất có ý nghĩa trong hình thành đất than bùn.

1.5.2. Trạng thái các nguyên tố hóa học.

a. Các chất dinh dưỡng.

Các dạng oxi hóa và khử của các nguyên tố dinh dưỡng.

Nguyên tố	Dạng trong đất thoáng khí	Dạng trong đất bị khử
Carbon	CO ₂ , C ₆ H ₁₂ O ₆	CH ₄ , C ₂ H ₂ , CH ₃ CH ₂ OH
Đạm	NO ₃ ⁻	N ₂ , NH ₄ ⁺
S	SO ₄ ²⁻	H ₂ S, S ²⁻
Fe	Fe ³⁺	Fe ²⁺
Mn	Mn ⁴⁺	Mn ²⁺

b. các nguyên tố khác. Eh kiểm soát trạng thái các nguyên tố vi lượng khác như Cr, Se, As...

1.5.3. Màu sắc đất. Màu sắc của đất chịu ảnh hưởng lớn bởi màu của Fe, Mn. Màu đỏ, vàng, nâu đỏ là chỉ thị của trạng thái oxi hóa. Màu xám, xanh chỉ thị tình trạng thiếu O₂. Những đốm, vệt màu trong đất chỉ thị tình trạng tiêu nước không hoàn toàn của đất.

1.5.4. Hình thành khí metan. Khí góp phần gây hiệu ứng nhà kính. Hình thành do CO₂ bị khử. Khí metan hình thành khi Eh < -200mV. Thường xảy ra trên đất lúa nước.

1.6. Quản lý độ thoáng khí của đất. Tiêu nước là kỹ thuật quan trọng nhất để duy trì độ thoáng của đất. Ngoài ra còn có các kỹ thuật khác như:

1.6.1. Cải thiện cấu trúc đất.

1.6.2. Luân canh, xen canh cây trồng (nhất là cây họ đậu)

1.6.3. Kỹ thuật làm đất. Làm đất tối thiểu.

2. Đất ngập nước.

2.1. Định nghĩa. Đất ngập nước là các loại đất có tầng mặt bão hòa nước 1 thời gian dài trong năm, nhưng nhiệt độ vẫn đủ cao hình thành nên tình trạng yếm khí trong đất.

2.2. Tính chất.

2.2.1. Đất bão hòa nước 1 thời gian dài, ngăn cản sự khuếch tán O_2 vào đất;

2.2.2. Thời gian ngập kéo dài, đất trải qua tình trạng khử, các chất nhận e- trong các phản ứng hóa sinh không phải là O_2 ;

2.2.3. Và biểu hiện ra bên ngoài các tính chất đặc trưng.

2.3. Chỉ thị đất ngập nước. Phần lớn chỉ thị đất ngập nước dễ dàng quan sát ngoài đồng. Bao gồm các yếu tố liên quan đến việc rửa trôi, tích lũy, chuyển dạng (màu sắc) của các nguyên tố Fe, Mn, S và C. Sự tích lũy C dễ dàng nhận thấy trên đất hữu cơ, tầng chẩn đoán Humic.

2.3.1. Đặc điểm hình thái oxi hóa-khử. Khi Fe(II) bị khử trở nên hòa tan và di chuyển đến vùng oxi hóa, bị kết tủa và tích lũy tạo đó. Vì vậy vùng khử hàm lượng Fe bị giảm. Tầng đất sâu bị khử thường có màu xám, độ chói thấp. Fe bị khử biến thành màu xanh. Sự tương phản về màu sắc của Fe, màu xám xanh trong điều kiện khử, màu đỏ trong điều kiện oxi hóa, hình thành nên những đốm màu được gọi là đặc điểm hình thái oxi hóa-khử. Mn trong điều kiện khử thường hiện diện dưới dạng kết von màu đen. Trong điều kiện khử mạnh, toàn bộ bề mặt phẫu diện có độ chói rất thấp, gọi là hiện tượng Gley. Gley có độ chói <1 . Đặc điểm hình thái oxi hóa-khử chỉ xuất hiện các tầng đất phía trên của đất ngập nước.

2.3.2. Thực vật ưa nước (chịu ngập). Các loài thực vật phát triển trong điều kiện ngập nước luôn hình thành các bộ phận đặc biệt dẫn oxy từ khí quyển vào rễ như rễ khí sinh, rễ hoặc thân xốp, hệ thống dẫn khí trong lá (aerenchyma).

2.4. Hóa học đất ngập nước. Đất ngập nước có các tính chất hóa học sau.

2.4.1. Nồng độ O_2 hòa tan thấp, chỉ có 1 lớp bùn mỏng ngay trên mặt là lớp oxi hóa, phần còn lại luôn trong trạng thái khử.

2.4.2. Điện thế oxi hóa khử thấp. Eh đủ thấp để khử Fe, hình thành đặc điểm oxi hóa khử, khử S thành H_2S , CO_2 thành CH_4 .

3. Nhiệt độ đất.

3.1. Vai trò của nhiệt độ đất.

3.1.1. Các tiến trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Nhiệt độ thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của cây trồng khoảng $25-30^\circ C$.

3.1.2. Các hoạt động của vi sinh vật thích hợp khoảng $35-40^\circ C$.

3.2. Hấp thu và mất năng lượng của đất.

Nhiệt độ đất phụ thuộc vào:

- lượng nhiệt năng đất hấp thu;
- nhiệt năng cần thiết làm thay đổi nhiệt độ đất; và
- năng lượng cần cho bốc thoát hơi nước.

3.3. Các tính chất nhiệt của đất.

3.3.1. Nhiệt riêng của đất. Lượng nhiệt cần thiết để 1 đơn vị trọng lượng đất tăng lên 1°C. Nhiệt riêng của nước là 1 cal/g nước; nhiệt riêng của đất: 0.2 cal/g đất.

3.3.2. Nhiệt và bốc hơi. Nhu cầu nhiệt để bốc hơi 1 lít nước là 540kcal (hay 2.257J).

Năng lượng này được cung cấp trực tiếp từ bức xạ mặt trời. Đất ẩm thường có nhiệt độ thấp hơn đất khô, do bốc hơi nước và do nhiệt riêng của đất ẩm cao hơn đất khô. Nhiệt độ tầng đất ẩm thường thấp hơn đất khô 3-6°C.

3.4. Kiểm soát nhiệt độ đất. Hai kỹ thuật chính dùng để kiểm soát nhiệt độ đất:

3.4.1. kiểm soát độ ẩm đất; Không để đất quá ẩm trong vùng lạnh và quá khô trong vùng nóng

3.4.2. Phủ đất bằng vật liệu hữu cơ.

Phủ đất bằng plastic có thể làm tăng nhiệt độ đất.

Câu hỏi nghiên cứu.

1. Nêu 2 loại khí chính có liên quan đến độ thoáng khí của đất. Hàm lượng tương đối của chúng biến động như thế nào theo độ sâu?
2. Vai trò của hệ thống dẫn khí của thực vật sinh trưởng trong điều kiện ngaa65p nước?
3. tại sao khi ngập nước, nhiệt độ đất phải đủ cao mới có thể hình thành các tính chất đặc trưng của đất ngập nước?
4. Nếu cần xác định vùng đất ngập và không ngập nước, anh chị dựa vào 3 tính chất và 3 chỉ thị nào để tiến hành?
5. Trạng thái của Nitơ, phospho, kali, Fe, trong điều kiện ngập nước.

Chương 6. CÁC TÍNH CHẤT HÓA HỌC CƠ BẢN CỦA ĐẤT

Bài 1. KEO ĐẤT

1. Các tính chất tổng quát của keo đất đất.

1.1. Kích thước. Một hạt có tính keo thường có kích thước rất nhỏ, chỉ có thể quan sát bằng kính hiển vi điện tử. Phần lớn kích thước hạt keo $< 0.002\text{mm}$.

1.2. Diện tích riêng bề mặt riêng. Do có kích thước rất nhỏ nên hạt keo có diện tích riêng bề mặt ngoài rất lớn. Diện tích riêng bề mặt của 1g hạt sét lớn hơn 1000 lần so với hạt cát. Ngoài diện tích bề mặt ngoài, một số loại sét còn có diện tích bề mặt trong, và diện tích bề mặt trong còn lớn hơn cả diện tích bề mặt ngoài. Tổng diện tích bề mặt của keo đất biến thiên từ $10\text{m}^2/\text{g}$ của sét chỉ có bề mặt ngoài, đến $800\text{m}^2/\text{g}$ đối với sét có cả diện tích bề mặt trong.

1.3. Điện tích bề mặt. Bề mặt trong và bề mặt ngoài của keo đất đều có thể mang điện tích (-) hoặc (+). Phần lớn điện tích trên bề mặt keo đất là điện tích (-), mặc dù có 1 số loại keo mang điện tích (+) trong điều kiện chua. Mật độ điện tích ảnh hưởng rất lớn đến sự hấp thu, phân tán các hạt keo, nên ảnh hưởng đến các tính chất vật lý và hóa học đất.

1.4. Khả năng hấp phụ cation và nước. Các hạt keo, còn gọi là micelle (microcell), có thể hấp thu hàng trăm ngàn ion như H^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} trên bề mặt. Sự hấp thu này hình thành nên tầng bù ion. Tầng ion bề mặt trong là 1 tầng anion khổng lồ, xung quang bề mặt ngoài và trong hạt keo mang điện tích (-). Tầng ion ngoài hình thành từ đám mây cation hấp phụ yếu trên bề mặt điện tích (-). Do đó hạt keo luôn mang theo 1 đám mây cation được hấp phụ trên bề mặt chúng.

Ngoài các cation hấp phụ, keo đất còn hấp phụ 1 lượng lớn các phân tử nước. Nước được hấp phụ bởi các cation, hình thành cation ngậm nước, và nước cũng được hấp thu trên bề mặt keo, do nước cũng có tính phân cực. Nước hấp phụ này có vai trò quan trọng đối với các tính chất vật lý, hóa học đất.

2. Các loại keo đất. Có 4 loại keo đất chính

2.1. Phiến sét silicate. Là loại keo vô cơ chiếm tỉ lệ cao nhất trong hầu hết các loại đất. Đặc điểm quan trọng của sét silicate là cấu trúc tinh thể, xếp thành từng phiến/lớp và bề mặt mang điện tích (-). Mỗi hạt keo được hình thành bởi nhiều lớp như các trang trong quyển sách. Các phiến bao gồm các mặt pha xếp chồng lên nhau, các nguyên tử Oxygen được liên kết với nhau bởi các nguyên tử Al, Mg, H và Fe. Công thức hóa học của sét kaolinite $[(\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_5(\text{OH}))]$

2.2. Sét allophane và imogolite. Nhiều loại đất có khoáng sét silicate nhưng có cấu trúc tinh thể không rõ ràng, đó là khoáng allophane và imogolite. Các khoáng này còn gọi

là khoáng alumino-silicate vô định hình, do chúng có thành phần cấu tạo là $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, nhưng không có cấu trúc tinh thể rõ ràng. Các khoáng này thường có hàm lượng cao trên đất Andisol. Khả năng hấp phụ ion của keo này phụ thuộc vào pH đất, các cation được hấp phụ ở pH cao, và anion hấp phụ ở pH thấp. Allophane và imogolite hấp phụ lân rất cao khi đất chua.

2.3. Khoáng oxide Fe và Al. Loại khoáng sét hiện diện với hàm lượng cao trên đất phong hóa mạnh (Ultisol, Oxisol) vùng nhiệt đới. Tính chất vàng đỏ của đất chịu ảnh hưởng mạnh bởi khoáng này. Các oxide Fe phổ biến là khoáng goethite (FeOOH), hematite (Fe_2O_3) và oxide Al phổ biến là khoáng gibbsite $\text{Al}(\text{OH})_3$. Các khoáng này được gọi chung là sesquioxide. Sesquioxide có cấu trúc vô định hình, không dính, không dẻo khi ướt như phiến sét silicate. Điện tích bề mặt thay đổi theo pH

2.4. Mùn-keo hữu cơ. Phân tử mùn không có cấu trúc tinh thể nhưng bề mặt có mật độ điện tích cao như sét silicate. Chúng tạo thành chuỗi các nối hóa học giữa C với O, H, và N. Điện tích của keo mùn hình thành do sự phân ly của các gốc enolic (-OH), carboxyl (-COOH), phenolic. Điện tích (-) trên keo mùn liên kết với sesquioxide, phụ thuộc vào pH đất, khi pH thấp

3. Cation hấp phụ trên bề mặt hạt keo. Các cation hấp phụ trên bề mặt keo đất chủ yếu là H, Al, Ca, Mg, K, Na và 1 số cation có hàm lượng thấp khác.

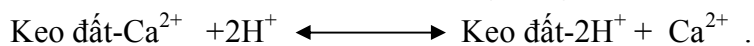
Trong vùng khí hậu ẩm các cation chiếm ưu thế trên bề mặt hấp phụ: Ca, Mg, H và Al. Ngược lại vùng khô hạn các cation chiếm ưu thế: Ca, Mg, K, Na.

3.1. Tỷ lệ các cation hấp phụ. Tỷ lệ các cation hấp phụ phụ thuộc vào các yếu tố:

3.1.1. Lực hấp phụ ion. Mức độ giữ chặt các ion trên bề mặt keo phụ thuộc vào lực ion. Lực ion theo thứ tự: $\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ = \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$.

3.1.2. Nồng độ tương đối của cation trong dung dịch. Nồng độ càng cao, tỷ lệ hấp phụ càng cao. Vì vậy, khi đất chua, nồng độ H^+ , Al^{3+} cao, nên chúng chiếm tỷ lệ cao trên keo đất, và trên đất trung tính, Ca^{2+} , Mg^{2+} chiếm tỷ lệ cao. Trên đất mặn tỷ lệ Na^+ cao so với Ca^{2+} , Mg^{2+} .

3.2. Trao đổi cation. Là phản ứng của các cation hấp phụ trên bề mặt keo đất được trao đổi với các cation khác hiện diện trong dung dịch đất. Ví dụ, 1 ion Ca hấp phụ trên keo đất sẽ được trao đổi với 2 ion H trong dung dịch đất.



Vì vậy keo đất chính là tiêu điểm của các phản ứng trao đổi ion, ảnh hưởng rất lớn đến dinh dưỡng cây trồng.

4. Cấu trúc cơ bản của phiến sét silicate.

4.1. Phiến cấu trúc cơ bản. Sét silicate quan trọng nhất được gọi là phyllosilicate do cấu trúc của chúng có dạng phiến và các phiến sắp xếp thành từng lớp/tầng. Có 2 loại phiến:

4.1.1. Phiến Tứ diện silica. Chuỗi đơn vị cấu trúc silica, đơn vị này bao gồm 1 nguyên tử Si được bao quanh bởi 4 nguyên tử O, tạo thành khối tứ diện. Các đơn vị này nối với nhau do các nối của O. Thường được gọi là phiến tứ diện Silica.

4.1.2. Bát diện aluminum. Đơn vị cơ bản là 1 nguyên tử Al được bao quanh bởi 6 nguyên tử O hay hydroxy, tạo nên cấu trúc bát diện. Thường gọi là phiến bát diện aluminum.

Các phiến tứ diện và bát diện là những đơn vị cấu trúc cơ bản của các loại khoáng sét. Các phiến này nối với nhau bằng các nguyên tử O tạo thành các tầng khác nhau. Ính chất và cách sắp xếp các phiến trong tầng cũng rất khác nhau tùy theo loại sét.

4.1.3. Thay thế đồng hình trong đơn vị cấu trúc. Là sự thay thế 1 ion này bởi 1 ion khác có kích thước tương tự, nhưng khác điện tích, và sự thay thế này không làm thay đổi cấu trúc của tinh thể. Trong tự nhiên, thành phần hóa học của sét silicate rất phức tạp. Trong quá trình phong hóa, nhiều loại khoáng biến đổi, hình thành nên các cation có kích thước tương tự nhau, các cation này sẽ thay thế các ion Si, Al trong các phiến tứ diện và bát diện. Ví dụ Al^{3+} (bán kính ion: 0.051nm) có thể thay thế vị trí của Si^{4+} (bán kính ion: 0.042nm) trong phiến tứ diện mà không có sự thay đổi nào về cấu trúc của tinh thể. Tương tự Mg^{2+} (bán kính: 0.066nm) có thể thay thế ion Al^{3+} trong phiến bát diện.

4.2. Nguồn gốc điện tích trên keo sét silicate. Phản ứng thay thế đồng hình là nguyên nhân $c4^+$ trong phiến tứ diện , tinh thể sẽ còn thừa 1 điện tích (-) trên O. Tương tự 1 ion Mg^{2+} thay thế 1 ion Al^{3+} trên phiến bát diện.

5. Khoáng học của phiến sét silicate. Dựa trên số lượng và sự sắp xếp của các phiến tứ diện và bát diện trong mỗi tầng, sét silicate được chia thành các kiểu sau:

5.1. Kiểu sét 1:1. Mỗi tầng của sét bao gồm 2 phiến: 1 phiến tứ diện và 1 phiến bát diện xếp xen kẽ nhau. Các khoáng sét liểu 1:1 như sét kaolinite, halloysite, nacrite, dickite, trong đó kaolinite chiếm tỉ lệ cao nhất.

Các phiến Al và Si trong 1 tầng của tinh thể kaolinite được giữ rất chặt bởi nối hóa học giữa O với các cation Si và Al. Các tầng này được nối với nhau bằng nối Hydrogen, do đó các tầng được gắn chặt với nhau, các cation khác, nước không thể xâm nhập vào khoảng trống giữa các tầng. Vì vật điện tích bề mặt của sét kaolinite chủ yếu ở bề mặt ngoài, và có khả năng hấp phụ cation thấp.

Các tinh thể kaolinite có kích thước lớn hơn so với các khoáng khác, 0.2-2 μ m, và do lực nổi chặt nên kaolinite khó bị phong hóa, ít dính, ít dẻo ít trương nở khi ướt, ít co ngót khi khô. Do đó kaolinite không có tính keo. Sử dụng đất có hàm lượng sét kaolinite cao cần chú ý bón đầy đủ phân bón hữu cơ và vô cơ, tưới đầy đủ, thường xuyên.

5.2. Kiểu sét 2:1. Mỗi tầng bao gồm 3 phiến: 1 phiến bát diện nằm giữa 2 phiến tứ diện. Kiểu sét 2:1 gồm 2 nhóm chính là smectite và vermiculite.

Nhóm smectite trương nở khi nước xâm nhập vào khoảng rỗng giữa các tầng. Nhóm này gồm các khoáng sét: montmorillonite, chiếm tỉ lệ cao trên đất phù sa, saponite... Các tầng của tinh thể liên kết bởi các nối hóa học yếu (O-O và Cation-O). Các cation dễ dàng trao đổi với các phân tử nước nên tạo nên sự trương nở của mạng lưới tinh thể. Do bề mặt trong được phơi bày, nên mật độ điện tích bề mặt trong lớn hơn bề mặt ngoài.

Phản ứng thay thế đồng hình của Al bởi Mg trong phiến bát diện hình thành nên điện tích (-) của smectite.

Smectite có tính dính, dẻo cao, trương nở, co ngót mạnh, tạo nên các vết nứt nẻ khi đất khô, rất cứng, khó làm đất.

Vermiculite cũng là khoáng sét kiểu 2:1, nhưng điện tích (-) hình thành chủ yếu do thay thế đồng dạng trên phiến tứ diện. Các cation, nước, kể cả Al-OH được hấp phụ chặt trong các tầng của sét vermiculite. Tuy nhiên do lực nổi của các tầng rất mạnh nên mức độ trương nở của sét vermiculite kém hơn so với smectite.

Khả năng hấp phụ cation của vermiculite cao hơn các sét silicate khác, do vermiculite có mật độ điện tích (-) rất cao trong phiến bát diện. Kích thước tinh thể vermiculite lớn hơn smectite nhưng nhỏ hơn kaolinite.

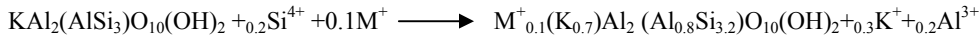
5.3. Kiểu sét 2:1:1. Nhóm này gồm khoáng mica và chloride. Nhóm mica gồm các khoáng muscovite (mica trắng) và biotite (mica đen), ít bị phong hóa, hiện diện trong thành phần cát và thịt của đất. Ngoài ra còn có các khoáng đã phong hóa nhưng có cấu trúc tương tự mica hiện diện trong thành phần sét, gọi là khoáng mica hạt mịn.

Mica hạt mịn có cấu trúc tinh thể kiểu 2:1. Điện tích chủ yếu nằm trên phiến bát diện. K được hấp phụ chặt để trung hòa các điện tích này, ngoài ra, K cũng liên kết chặt các tầng với nhau, nên ngăn cản sự trương nở này. Mica không có tính trương nở, do K hình thành nên cầu nối chặt giữa các tầng, nên gọi là kiểu sét 2:1:1; cấu trúc gồm 2 phiến Si, 1 phiến Al, và 1 phiến K. Sự hoạt động của khoáng mica hạt mịn kém hơn nhiều so với sét 2:1.

6. Sự hình thành keo đất.

6.1. Phiến sét silicate. Khoáng sét silicate được hình thành từ sự phong hóa vật lý, hóa học các khoáng nguyên sinh và được tổng hợp bởi một số sản phẩm phong hóa này.

6.1.1. Phong hóa vật lý, hóa học. Ví dụ sự biến đổi khoáng muscovite thành khoáng mica hạt mịn.



6.1.2. tái tổng hợp tinh thể. Ví dụ sự hình thành khoáng kaolinite từ quá trình phong hóa các khoáng nguyên sinh

6.1.3. Hình thành sét silicate. Khoáng sét silicate hình thành từ sự tác động của nhiều tiến trình. Mica hạt mịn, chlorite hình thành từ muscovite và biotite, vemiculite cũng hình thành từ tiến trình này nhưng cũng có thể từ sự phong hóa mica và chlorite. Smectite hình thành từ sự tái tổng hợp trong môi trường trung tính và kiềm. Kaolinite hình thành trong điều kiện chua mạnh. Trong điều kiện nhiệt đới, phong hóa mạnh hình thành nhiều oxide Fe và Al.

6.2. Hình thành các oxit Fe và Al.

6.2.1. Oxide Fe. Goethite (FeOOH), hematite (Fe₂O₃) được hình thành bởi các khoáng nguyên sinh có chứa Fe. Goethite hiện diện nhiều trong vùng ôn đới ẩm, hematite có màu đỏ, hiện diện nhiều trong vùng nhiệt đới, khô.

6.2.2. Oxide Al. Gibbsite [(AlOH)₃] là oxide Al phổ biến nhất, là sản phẩm của sự phong hóa các khoáng aluminosilicate. H ion thay thế các cation làm vỡ cấu trúc khoáng, Al và Si được giải phóng và Al hình thành gibbsite khi phong hóa từ đá kiềm như gabbro và basalt. Các đá chua như granite, gneiss khi phong hóa hình thành kaolinite và halloysite, sau đó các khoáng này được phong hóa tiếp hình thành gibbsite. Gibbsite hình thành trong thời kỳ phong hóa muộn nhất của đất. Có sự thay thế đồng hình giữa Fe³⁺ và Al³⁺ trong các khoáng oxide, nhưng không hình thành điện tích do cùng hóa trị.

6.3. Hình thành khoáng allophane và imogolite. Bụi núi lửa giải phóng 1 lượng lớn khoáng Si(OH)_x và Al(OH)_x. Các khoáng này không có cấu trúc nhất định. Trong tự nhiên, imogolite có thời kỳ phong hóa muộn hơn allophane.

6.4. Hình thành mùn (keo hữu cơ). Vi sinh vật phân giải dư thừa thực vật, đồng thời tổng hợp các hợp chất mới, bền vững hơn, có tính keo, màu sậm được gọi là mùn. Các đơn vị cấu trúc hữu cơ khác nhau, kết hợp với sự phân giải và tổng hợp hình thành nên điện tích bề mặt có thể hấp phụ cả cation và anion.

7. Nguồn gốc điện tích trên keo đất. Điện tích trên bề mặt keo đất hình thành từ 2 nguồn chính: các gốc chức năng trên bề mặt hạt keo, các gốc này có thể nhận hay giải

phóng H^+ , và do sự mất cân bằng điện tích trong thay thế đồng hình xảy ra trong cấu trúc tinh thể sét.

7.1. Điện tích thường xuyên (không thay đổi). Có thể hình thành điện tích (-) hay (+).

7.1.1. Điện tích âm. Khi 1 ion có điện tích cao hơn được thay thế bởi 1 ion có điện tích thấp hơn nhưng có kích thước tương tự. Ví dụ Mg^{2+} thay thế Al^{3+} trên phiến bát diện và Al^{3+} thay thế Si^{4+} trên phiến tứ diện.

7.1.2. Điện tích dương. Khi ion có điện tích thấp được thay thế bởi ion có điện tích cao hơn. Ví dụ Al^{3+} có thể thay thế Mg^{2+} trong phiến bát diện. Điện tích (+) là tính chất đặc trưng của phiến bát diện-Mg có tầng OH xen vào giữa, như sét chlorite, vượt quá sự cân bằng điện tích (-) trong phiến Si.

7.1.3. Thành phần hóa học và điện tích. Do có nhiều ion thay thế khác nhau, nên không thể dùng thành phần hóa học để định danh khoáng sét.

Loại khoáng	Phiến bát diện	Phiến tứ diện	Anion	Điện tích/đơn vị	Thành phần trong liên tầng	
					Cố định	Trao đổi
kaolinite	Al_2	Si_2	$O_5(OH)_4$	0	Không	Không
montmorillonite	$Al_{1,7}Mg_{0,3}$	$Si_{3,9}Al_{0,1}$	$O_{10}(OH)_2$	-0.4	Không	$M^{+}_{0,4}$
Vermiculite	$Al_{1,7}Mg_{0,3}$	$Si_{3,6}Al_{0,4}$	$O_{10}(OH)_2$	-0.7	xH_2O	$M^{+}_{0,4}$
Illite	Al_2	$Si_{3,2}Al_{0,8}$	$O_{10}(OH)_2$	-0.8	$K^{+}_{0,7}$	$M^{+}_{0,1}$
Muscovite	Al_2	Si_3Al	$O_{10}(OH)_2$	-1.0	K^{+}	không

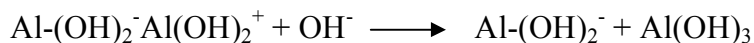
M^+ : Cation trao đổi bao gồm: Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+

7.2. Điện tích phụ thuộc pH. Khi pH thay đổi, điện tích này sẽ thay đổi..

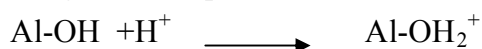
7.2.1. Điện tích (-). Hình thành do các gốc OH trên các cạnh vỡ và bề mặt ngoài của keo vô cơ và hữu cơ. Các gốc OH liên kết với Fe, Al trong keo vô cơ (Al-OH) và gốc CO trong mùn (-CO-OH). Trong điều kiện chua ít, keo này không mang điện tích, nhưng khi pH tăng, H^+ phân ly từ OH và điện tích (-) hình thành trên O.



Một nguyên nhân hình thành điện tích (-) do điện tích (+) trên các phức Al được trung hòa khi pH tăng.



7.2.2. Điện tích (+). Trong điều kiện rất chua, các oxide Al, Fe mang điện tích (+), do các gốc OH bị proton hóa (OH được gắn thêm ion H^+)



Do tính chất này nên một loại đất chứa nhiều oxide Fe, Al, mùn có thể mang điện tích (-), (+) hoặc không mang điện tích.

Trong đất luôn có keo vô cơ, hữu cơ, nên điện tích (-) và (+) luôn hiện diện, nhưng điện tích (-) thường chiếm ưu thế trong đất nông nghiệp do đất ít chua.

8. Hấp phụ ion của keo đất. Các điện tích trên keo đất không tồn tại tự do mà chúng được trung hòa bởi các ion trái dấu trong dung dịch.

Điện tích của 1 số loại keo đất (cmol_c/kg, hay meq/100g).

Loại keo	Điện tích (-)			Điện tích (+)
	Tổng, pH7	Thường xuyên (%)	Phụ thuộc pH (%)	
Mùn	200	10	90	0
Smectite	100	95	5	0
Vermiculite	150	95	5	0
Mica hạt mịn	30	80	20	0
Chlorite	30	80	20	0
Kaolinite	8	5	95	2
Gibbsite (Al)	4	0	100	5
Goethite (Fe)	4	0	100	5
Allophane	30	10	90	15

Đơn vị sử dụng: cmol_c/kg hay mili đương lượng điện tích/100g keo (meq/100g)

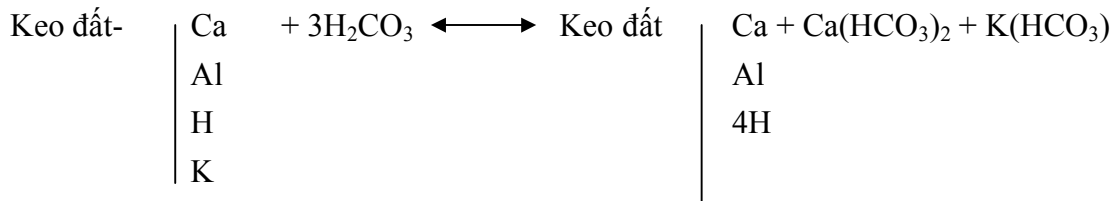
Chương 6.

Bài 2. Trao đổi ion

1. Trao đổi ion. Các ion hấp phụ trên bề mặt hạt keo có thể trao đổi với các ion trong dung dịch. Đây là sự trao đổi ion.

1.1. Trao đổi cation. Các cation hấp phụ trên hạt keo được thay thế bởi các cation khác. Ví dụ H^+ hình thành từ sự phân giải chất hữu cơ có thể thay thế các cation khác hấp phụ trên bề mặt hạt keo.

1.1.1. Trao đổi cation trong tự nhiên.



Ca và K được thay thế bị rửa trôi, phản ứng tiếp tục xảy ra và các cation này mất dần.

1.1.2. Bón vôi, phân bón và trao đổi cation. Trao đổi cation là phản ứng thuận nghịch, khi bón vôi có chứa các cation base như Ca, cation này sẽ thay thế H và các cation khác trên keo đất. Ion H^+ , sẽ được trung hòa bởi OH^- hay CO_3^{2-} được giải phóng từ vôi; nên pH đất sẽ tăng lên. Ngược lại, khi bón các chất có tính acid, H^+ sẽ thay thế các cation kiềm và làm pH giảm.

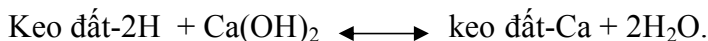
Khi bón phân, ví dụ KCl, K^+ sẽ thay thế Ca theo định luật đương lượng. K hấp phụ sẽ ít bị rửa trôi, nhưng vẫn hữu dụng đối với cây trồng.

1.1.3. Khả năng trao đổi cation, CEC- cation exchangeable capacity. Là tổng cation đất có thể hấp phụ.

1.1.4. Diễn tả CEC. Số mol điện tích (đương lượng) trên một đơn vị trọng lượng đất. Đơn vị thường được sử dụng: cmolc/kg- centimol điện tích/kg đất ; hay meq/100g- mili đương lượng/100g đất. Vậy nếu đất có $CEC = 10\text{meq}/100\text{g}$, có nghĩa 100g đất có thể hấp phụ được 10meq các cation khác.

Các cation trao đổi theo số lượng điện tích.

Ví dụ, khi bón vôi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào đất có chứa $4\text{meqH}^+/100\text{g}$. H^+ sẽ được thay thế bởi Ca^{2+}



Ion Ca^{2+} trong mỗi phân tử $\text{Ca}(\text{OH})_2$ có 2 điện tích (+), nên khối lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ cần để thay thế 1 điện tích (+) của H^+ chỉ bằng $\frac{1}{2}$ trọng lượng phân tử gram của hợp chất này, hay $74/2 = 37\text{g}$. $1\text{meq Ca}(\text{OH})_2 = 37\text{mg}$. Vậy để thay thế 4 meq H^+ , cần : $4\text{meq Ca}(\text{OH})_2/100\text{g} * 37\text{mg}/\text{meq} = 148\text{mg}/100\text{g}$ đất.

Điện tích và đương lượng. Đương lượng = trọng lượng/điện tích.

1.1.5. Khả năng trao đổi cation của 1 số loại đất. Đất cát thường có CEC thấp do hàm lượng keo sét thấp. Hợp chất mùn có CEC cao, nên mùn đóng vai trò rất lớn trong CEC của đất. Ví dụ đất Ultisol, sa cấu sét, pH=5.5, 2.5% mùn và 30% sét kaolinite, có khoảng 75% CEC hình thành do mùn. Ngay cả đất Ultisol rất chua, có điện tích phụ thuộc pH, mùn cũng thường chiếm tỉ lệ cao trên CEC. Do đó, chất hữu cơ đóng vai trò rất quan trọng trong hình thành CEC của đất.

1.1.6. Tỉ lệ các cation trao đổi. Tùy thuộc vào vùng khí hậu. Các cation Ca, Al, và H chiếm tỉ lệ cao trên vùng khí hậu nóng ẩm. Ca, Mg, Na chiếm tỉ cao trên vùng ít mưa. Tỉ lệ cation trên CEC ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của đất.

1.1.7. Phần trăm bảo hòa cation. Là tỉ lệ % cation chiếm giữ trên CEC, ví dụ có 50% điện tích trên CEC được chiếm giữ bởi Ca, độ bảo hòa Ca là 50%.

h. Độ bảo hòa base. Tỉ lệ các cation base như Ca, Mg, K, và Na chiếm trên CEC.

1.1.8. Trao đổi cation và sự hữu dụng của chất dinh dưỡng. Các cation trao đổi là nguồn cung cấp dinh dưỡng cho rễ cây và vi sinh vật đất. Sự hữu dụng của các cation trao đổi phụ thuộc vào:

- Độ bảo hòa cation: % bảo hòa cation càng cao, khả năng hữu dụng càng cao.

- Ảnh hưởng của các cation khác. Do lực hấp phụ của các cation trên CEC khác nhau. Lực hấp phụ như sau: $Al^{3+}=H^{+}>Ca^{2+}>Mg^{2+}>K^{+}=NH_4^{+}>Na^{+}$.

Vậy một cation dinh dưỡng như K, sẽ được hấp phụ ít hơn nếu có sự hiện diện của Al và H, nhưng sẽ được hấp phụ mạnh hơn khi có hiện diện của Mg, Na. Vì vậy K dễ hữu dụng hơn trên đất chua, nếu có cùng hàm lượng.

Ngoài ra giữa các cation dinh dưỡng còn có tính đối kháng, làm hạn chế sự hấp thu của chúng. Ví dụ sự hấp thu K sẽ bị hạn chế khi có sự hiện diện của Ca cao, hay khi hàm lượng K trong đất cao, sẽ hạn chế sự hấp thu Mg của rễ cây.

2. Trao đổi anion. Anion được giữ bởi keo đất theo 2 cơ chế chính:

2.1. Hấp phụ bề mặt. Cơ chế hấp phụ tương tự như hấp phụ cation. Điện tích (+) trên bề mặt keo đất, điện tích phụ thuộc pH, hấp phụ các anion như NO_3^- , SO_4^{2-} . Nguyên tắc trao đổi tương tự như cation. Nhưng ngược lại với trao đổi cation, trao đổi anion tăng khi pH giảm, do điện tích phụ thuộc pH, pH giảm, điện tích (+) tăng. Trao đổi cation có vai trò quan trọng trong việc hạn chế rửa trôi chất dinh dưỡng và giữ các chất ô nhiễm nước ngầm.

2.2. Anion phản ứng với bề mặt sét oxide và hydroxide. Hình thành nên các phức chất. Thực chất phản ứng này là làm giảm số lượng điện tích (+) trên keo đất. Như ion $H_2PO_4^-$, bị giữ chặt làm giảm tính hữu dụng của lân.

Sự trao đổi và hấp phụ anion cũng đóng vai trò nhất định thông qua các phản ứng tương tác trong đất và giữa cây trồng và đất. Cùng với trao đổi cation, chúng quyết

định khả năng giữ chất dinh dưỡng dưới dạng hữu dụng và kiểm soát sự di chuyển các chất gây ô nhiễm.

Câu hỏi nghiên cứu.

1. Mô tả 1 phức keo đất với các thành phần khác nhau, và giải thích tại sao chúng được xem là ngân hàng dự trữ chất dinh dưỡng của cây trồng.
2. Giải thích sự khác nhau trong điện tích bề mặt của sét kaolinite và montmorillonite.
3. Những điểm khác biệt trong cấu trúc của khoáng sét kaolinite, smectite, mica hạt mịn, vermiculite và chlorite.
4. Có 2 tiến trình hình thành sét silicate trong quá trình phong hóa. Nêu quá trình nào hình thành mica hạt mịn? Kaolinite từ muscovite. Giải thích.
5. Muốn tìm đất có chứa sét kaolinite cao. Có thể tìm ở đâu (Việt nam).
6. Khoáng sét nào “tốt” và “không tốt” cho các mục đích: xây dựng, nông nghiệp.

Chương 6.

Bài 3. PHẢN ỨNG (pH) CỦA ĐẤT

I. CÁC VAI TRÒ TỔNG QUÁT CỦA PHẢN ỨNG ĐẤT

Tuy phản ứng là yếu tố rất thay đổi nhưng lại có ảnh hưởng rất lớn đến đến tất cả tính chất của đất, từ các tính chất hóa học, lý học, đến sinh học. Phản ứng của đất được diễn tả bằng pH, pH là yếu tố kiểm soát khả năng hữu dụng của các chất dinh dưỡng đối với sự hấp thu của thực vật và các hoạt động vi sinh vật trong đất. pH đất còn ảnh hưởng đến thảm thực vật tự nhiên cũng như năng suất cây trồng. Ngoài ra pH cũng ảnh hưởng đến sự ô nhiễm của đất do khả năng kiểm soát sự phân giải và di chuyển của các chất ô nhiễm vào nước ngầm và nguồn nước.

Do pH ảnh hưởng đến mật độ và tính đa dạng của vi sinh vật trong đất, nên pH ảnh hưởng đến tốc độ phân giải chất hữu cơ, đồng thời ảnh hưởng đến sự hình thành và tính bền vững của cấu trúc đất, khả năng giữ nước của đất.

Các hoạt động của con người có thể làm ảnh hưởng đến pH của đất. Ví dụ như bón phân hóa học, chất thải hữu cơ, acid vô cơ... sẽ làm giảm pH, ngược lại khi bón vôi các hợp chất kiềm sẽ làm tăng pH đất.

Khí hậu có ảnh hưởng làm thay đổi pH đất. Vùng mưa nhiều đất thường bị hóa chua do mất dần các cation base, ngược lại vùng ít mưa pH có xu hướng tăng dần theo thời gian.

pH đất, độ chua và độ kiềm của đất

Đất chua, trung tính hay kiềm đều do tỉ lệ của nồng độ các ion H^+ và OH^- trong dung dịch quyết định. Trong nước nguyên chất, nồng độ 2 ion này cân bằng nhau.



Nồng độ các ion H^+ và OH^- của nước nguyên chất ở 25 °C là một hằng số (K_{sp}) = 10^{-14}

$$[H^+] \times [OH^-] = K_{sp} = 10^{-14}$$

Do trong nước nguyên chất nồng độ $[H^+] =$ nồng độ $[OH^-]$ nên nồng độ của mỗi ion là 10^{-7} ($10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14}$). Phản ứng này cũng cho thấy mối tương quan nghịch của chúng. Khi nồng độ ion này tăng, nồng độ ion khác giảm theo tỉ lệ tương ứng. Khi nồng độ ion $[H^+]$ tăng 10 lần (từ 10^{-7} lên 10^{-6}), nồng độ $[OH^-]$ sẽ giảm 10 lần (từ 10^{-7} xuống còn 10^{-8}) vì sản phẩm phân ly của 2 ion này là một hằng số = 10^{-14}

$$10^{-6} \times 10^{-8} = 10^{-14}$$

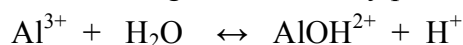
Do nồng độ $[H^+]$ và $[OH^-]$ thường rất thấp, nên các nhà khoa học dùng thuật ngữ pH để thuận tiện trong việc sử dụng. pH là logarithm nghịch đảo của nồng độ $[H^+]$ với nồng độ

[H⁺] được tính bằng mole/lít. Vì vậy, nếu nồng độ [H⁺] trong môi trường acid là 10⁻⁵, pH = 5; nếu nồng độ [H⁺] trong môi trường kiềm là 10⁻⁹, pH = 9
 Chú ý khi đo pH, ngoài việc xác định được nồng độ [H⁺] ta có thể xác định được nồng độ [OH⁻]

II. NGUỒN GỐC CỦA CÁC ION HYDROGEN VÀ HYDROXIDE TRONG ĐẤT

Các cation Al và H hấp thụ trên phức hệ trao đổi là nguyên nhân chính gây nên độ chua của đất. Cơ chế gây chua của hai cations này phụ thuộc vào mức độ chua của đất cùng với nguồn gốc, tính chất của phức hệ trao đổi của đất.

1. **Đối với các loại đất rất chua.** Trong điều kiện đất rất chua (pH < 5.0), Al hòa tan và Al hấp phụ trên chất hữu cơ hay tồn tại dưới dạng cation Al và aluminum hydroxy sẽ bị keo đất hấp phụ mạnh so với các cation khác. Al hấp phụ có tiềm năng tạo nên độ chua của đất rất lớn do chúng dễ dàng giải phóng vào dung dịch đất bằng quá trình trao đổi cân bằng, sau đó bị thủy phân hình thành H⁺.



Phản ứng thủy phân này làm giảm pH dung dịch đất và là nguyên nhân chính hình thành nên ion H⁺ trong các loại đất rất chua.

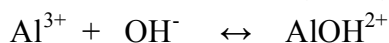
Trong đất chua nhiều phần lớn ion H⁺ cùng với một số Fe và Al được liên kết với nhau rất chặt bằng nối cộng hóa trị với chất hữu cơ và các cạnh của các tinh thể sét. Các gốc acid mạnh của mùn và một số vị trí trao đổi mang điện tích thường xuyên của sét là giữ được ion H⁺ ở dạng trao đổi như sau:



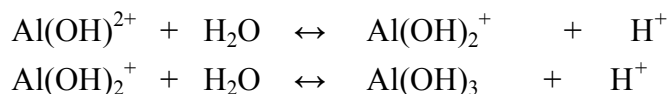
Hydrogen hấp phụ ion hydrogen (dung dịch đất)

Vì vậy các ion H⁺ và Al³⁺ hấp phụ có ảnh hưởng rất lớn đến việc làm tăng nồng độ H⁺ trong dung dịch đất.

2. **Đối với các loại đất chua ít.** Các hợp chất Al và H cũng hình thành nên ion H⁺ trong dung dịch đất chua ít (pH từ 5.0 – 6.5) nhưng theo những cơ chế khác với cơ chế xảy ra trong đất chua nhiều. Ở pH này, Al sẽ không tồn tại ở dạng Al³⁺, mà biến đổi thành các ion aluminium hydroxy theo các phản ứng sau

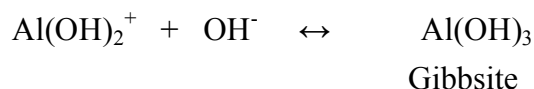


Các ion aluminium hydroxy cũng được hấp phụ trên phức hệ trao đổi và có tính chất tương tự như các cation trao đổi. Nồng độ Al hấp phụ trên bề mặt keo sẽ cân bằng với nồng độ Al trong dung dịch và khi hiện diện trong dung dịch chúng hình thành ion H⁺ theo phản ứng thủy phân sau:



Ngoài ra, trong đất chua ít cũng có 1 số ion H^+ trong các chất hữu cơ, sét oxide Fe, Al trở thành dạng trao đổi và chúng cũng sẽ cân bằng với ion H^+ trong dung dịch.

3. Đối với các loại đất trung tính và kiềm (pH >7). Trong đất có pH>7, hầu hết H^+ và aluminium được thay thế bởi các cation kiềm như Ca^{2+} , Mg^{2+} và giải phóng ra ngoài dung dịch. Trong dung dịch phần lớn aluminium hydroxy bị biến đổi thành Gibbsite trong điều kiện kiềm theo phản ứng sau



Ion H^+ trao đổi khi được giải phóng vào dung dịch bởi các base sẽ kết hợp với OH^- biến thành H_2O .



III. ẢNH HƯỞNG CỦA pH ĐẤT ĐẾN CÁC CATION CÓ LIÊN QUAN

pH ảnh hưởng rất lớn đến sự phân bố các cation mang điện tích khác nhau trong đất do đó khả năng trao đổi cation của đất tăng theo pH. pH ảnh hưởng đến tỉ lệ các cation base như Ca^{2+} , Mg^{2+} và các cation gây chua như Al^{3+} . Do mang điện tích thường xuyên nên pH ít ảnh hưởng đến khả năng trao đổi cation của sét 2:1 so với chất hữu cơ và sét 1:1.

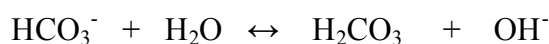
Các dạng ion H^+ và Al^{3+} có thể bị giữ chặt trên phức hệ trao đổi, tùy thuộc vào cả pH và phức hệ có điện tích (-) thường xuyên, chỉ có các ion dễ trao đổi mới chịu ảnh hưởng bởi pH.

IV. NGUỒN GỐC CỦA HYDROXY TRONG ĐẤT

Trong vùng khô hạn và bán khô hạn, các cation base chiếm tỷ lệ cao trong phức hệ trao đổi của đất. Những cation này làm gia tăng nồng độ OH^- trong dung dịch đất làm giảm độ chua của đất. Các cation Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ có ảnh hưởng rất lớn đến nồng độ OH^- trong dung dịch đất. Sự thủy phân các keo đất bảo hòa bởi các cation này sẽ giải phóng OH^- như sau



Trong các loại đất vùng khô hạn có thể có sự tích muối carbonate và bicarbonate làm gia tăng nồng độ OH^- trong dung dịch theo phản ứng sau.

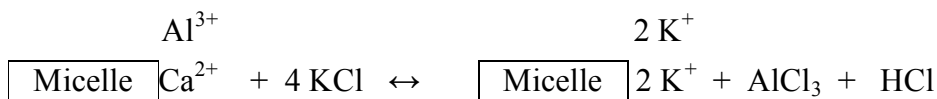


V. ĐỘ CHUA CỦA ĐẤT

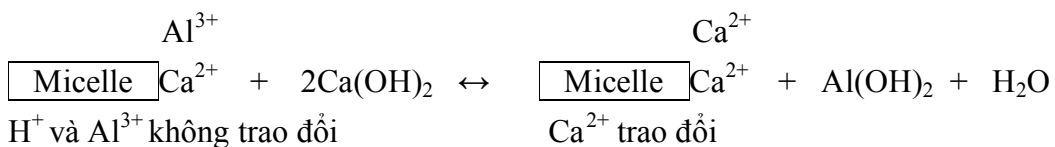
1. Các loại độ chua của đất. Người ta thường chia độ chua của đất làm 3 loại, tùy theo trạng thái của ion H^+ và Al^{3+} trong đất.

1.1. Độ chua hoạt động: còn được gọi là độ chua hiện tại, được hình thành do các ion H^+ và Al^{3+} phân ly trong dung dịch đất. Độ chua hoạt động được xác định bằng hoạt động của ion H^+ hiện diện trong dung dịch đất và một phần H^+ do sự thủy phân của các ion có chứa Al^{3+} .

1.2. Độ chua trao đổi: được hình thành chủ yếu do các ion H^+ và Al^{3+} trao đổi, các ion này có thể được giải phóng ra ngoài dung dịch do trao đổi với các cation của muối trung tính không có tính đệm, như muối KCl vì vậy độ chua trao đổi luôn luôn lớn hơn rất nhiều so với độ chua hoạt động.



1.3. Độ chua tiềm tàng: hình thành do các ion $AlOH$, H^+ và Al^{3+} bị hấp phụ chặt ở dạng không trao đổi của các chất hữu cơ và các sét silicate. H^+ và Al^{3+} này chỉ được giải phóng khi pH dung dịch tăng do đó làm tăng điện tích (-) và làm tăng khả năng trao đổi cation của đất.



Độ chua tiềm tàng thường cao hơn rất nhiều so với độ chua trao đổi. Có thể lớn hơn 1000 lần trong đất cát, 100000 lần trong đất sét và có hàm lượng chất hữu cơ cao.

3. Các yếu tố phản ứng của đất. Phần lớn đất nông nghiệp có pH trong khoảng 5 – 7 và pH có tương quan đến các tính chất khác của đất như sau:

3.1. Độ bão hòa base (BS). Độ bão hòa base là tỉ lệ giữa tổng các cation base và CEC của đất

$$\%BS = (\text{tổng các cation base/CEC}) \times 100$$

Đơn vị của các cation base và CEC tính bằng cmol/kg

Các loại đất nếu có hàm lượng sét, loại sét và hàm lượng chất hữu cơ tương tự nhau, độ bão hòa base sẽ có tương quan thuận với pH, độ bão hòa base thấp khi đất rất chua, khi pH tăng độ bão hòa base tăng.

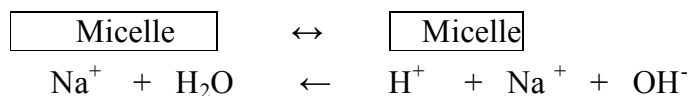
3.2. Tính chất của keo sét. Các ion H^+ hấp phụ trên sét smectite sẽ phân ly dễ dàng hơn so với ion H^+ hấp phụ trên sét oxide Fe, Al. Như vậy, sẽ cùng một độ bão hòa base nhưng pH của đất chứa nhiều sét smectite sẽ thấp hơn pH của đất chứa nhiều sét oxide. Sự phân ly của H^+ từ sét 1:1 và chất hữu cơ nằm trong khoảng trung bình của sét smectite và sét oxide.

3.3. Các loại cation base hấp phụ. Đất có độ bão hòa Na cao sẽ có pH cao hơn so với đất có độ bão hòa Ca hoặc Mg cao.

3.4. Các muối trung tính trong dung dịch. Khi có sự hiện diện của các muối trung tính trong dung dịch như các muối: Na_2SO_4 , $NaCl$, K_2SO_4 , KCl , $CaCl_2$, $MgSO_4$, $MgCl_2$ sẽ làm tăng hoạt độ của H^+ nên làm giảm pH của dung dịch đất. Ví dụ, khi bón muối $CaCl_2$ vào đất chua hàm lượng H^+ trong dung dịch đất sẽ tăng do phản ứng sau.



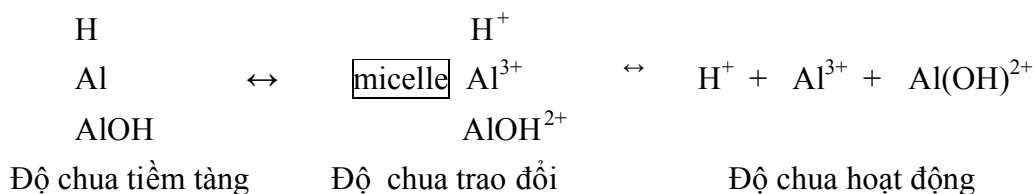
Nhưng sự hiện diện của các muối trung tính trong đất kiềm làm giảm pH, với cơ chế xảy ra khác với đất chua. Các muối trung tính làm giảm sự thủy phân các keo đất có độ bão hòa Na cao. Do đó khi muối $NaCl$ hiện diện trong đất, phản ứng sau đây sẽ có xu hướng di chuyển về phía trái.



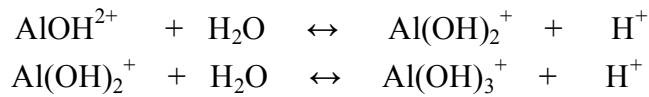
Vì vậy làm giảm nồng độ OH^- nên pH giảm. Phản ứng này có ý nghĩa rất quan trọng đối với quản lý đất mặn trong vùng khô hạn. Do phản ứng này pH không tăng quá cao gây độc cho thực vật. Do phản ứng của dung dịch đất chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố tác động tương hỗ, nên với các loại đất khác nhau có thể không có sự tương quan chặt giữa độ bão hòa base và pH.

VI. TÍNH ĐỆM CỦA ĐẤT

1. Định nghĩa và các cơ chế hình thành tính đệm. Đất có khả năng chống lại sự thay đổi pH một cách đột ngột đó là tính đệm pH của đất. Tính đệm được hình thành do sự cân bằng của độ chua hoạt động, độ chua trao đổi và độ chua tiềm tàng của đất.

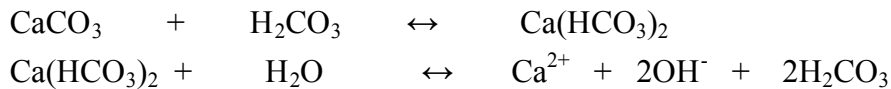


Khi một base được cho vào đất (như bón vôi) ion H^+ trong dung dịch đất sẽ được trung hòa, phản ứng sẽ dịch chuyển về phía phải, do đó sẽ giảm thiểu sự thay đổi pH. Ngược lại, khi nồng độ H^+ trong dung dịch tăng (bón phân chua, sự phân giải chất hữu cơ), phản ứng sẽ dịch chuyển về hướng trái nên cũng giảm thiểu sự thay đổi pH. Trong đất có độ chua trung bình, tính đệm của đất chịu ảnh hưởng bởi phức hệ trao đổi cation. Trong đất rất chua, các phản ứng cân bằng có liên quan đến các ion hydroxy Fe và Al. Phản ứng xảy ra như sau:



Khi tăng nồng độ H^+ , phản ứng sẽ di chuyển về hướng trái nên nồng độ H^+ trong dung dịch không tăng cao và pH giảm rất ít. Ngược lại, khi cho OH^- vào phản ứng sẽ dịch sang hướng phải. Trong cả 2 trường hợp phản ứng của đất thay đổi rất nhỏ đó chính là tính đệm của đất.

Các phản ứng liên quan đến carbonate, bicarbonate, carbonic acid hình thành nên tính đệm của đất cũng xảy ra tương tự.



Có 3 cơ chế hình thành nên tính đệm của đất.

- (1) Các phản ứng của các hợp chất Al ở pH thấp.
- (2) Sự cân bằng của phức hệ trao đổi cation trong đất có pH trung tính.
- (3) Các phản ứng của Carbonate ở pH cao.

2. Tầm quan trọng tính đệm của đất. Tính đệm của đất có các vai trò chính như sau:

- 2.1. Bảo đảm tính ổn định pH đất, hạn chế sự thay đổi quá lớn và đột ngột về pH sẽ ảnh hưởng bất lợi đến sự sinh trưởng của thực vật và hoạt động của vi sinh vật.
- 2.2. Ảnh hưởng đến vấn đề cải tạo đất. Tính đệm quyết định hàm lượng vôi bón cho đất chua và hàm lượng chất chua bón cho đất kiềm.

3. Khả năng đệm của đất. Khả năng đệm của đất là khả năng chống lại sự thay đổi quá lớn về pH của đất. Khả năng đệm của đất khác nhau tùy thuộc vào từng loại đất nhưng thường đất có CEC cao sẽ có khả năng đệm cao. Do đó, khả năng đệm của đất phụ thuộc vào các yếu tố sau.

3.1. Hàm lượng sét: hàm lượng sét cao sẽ có khả năng đệm cao.

3.2. Loại sét: sét 2:1 có khả năng đệm cao hơn 1:1

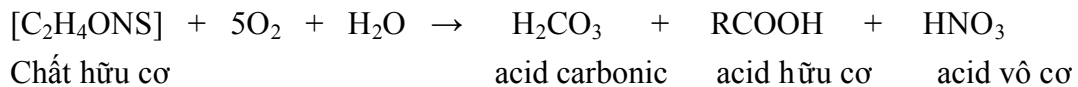
3.3. Hàm lượng chất hữu cơ: hàm lượng chất hữu cơ cao, khả năng đệm cao.

Để diễn tả khả năng đệm của đất thường người ta thiết lập đường cong cho từng loại đất.

Các loại đất thường có khả năng đệm cao khi $7 < \text{pH} < 5$. Điều này cho thấy khi $\text{pH} < 5$ khả năng đệm của đất được kiểm soát bởi các hợp chất Al. Ngược lại, khi $\text{pH} > 7$ khả năng đệm của đất được kiểm soát bởi các hợp chất carbonate và ở pH trung tính khả năng đệm của đất được kiểm soát bởi khả năng trao đổi cation.

VI. SỰ BIẾN ĐỘNG pH CỦA ĐẤT

1. Sự thay đổi pH trong tự nhiên. Quá trình phong hóa tự nhiên và sự phân giải chất hữu cơ sẽ hình thành nên các nguyên tố hóa học mang tính chua hoặc kiềm. Các cation base như Ca^{2+} , Mg^{2+} được giải phóng từ sự phong hóa đá và khoáng. Ion hydrogen phát sinh từ sự phân giải các phức chất hữu cơ.

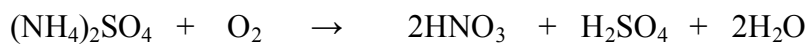


Khi các acid này phân ly, H^+ sẽ được giải phóng và là nguồn H^+ gây chua. Các ion H^+ này cũng sẽ làm gia tăng tốc độ hòa tan Al trên bề mặt các khoáng sét và đây là yếu tố chính làm cho đất hóa chua nhanh.

Trong các vùng ít mưa, các cation base được tích lũy làm tăng pH. Ngược lại, trong vùng mưa nhiều các cation base trong các tầng phát sinh phía trên sẽ bị rửa trôi, H^+ và Al^{3+} được tích lũy, độ bão hòa base giảm và pH thấp.

2. Sự thay đổi pH do các hoạt động của con người. pH đất có thể thay đổi rất lớn do tác động của con người. Các nguyên nhân gây chua cho đất do:

2.1. Sử dụng phân bón hóa học chua: nhất là khi sử dụng các loại phân ammonium như phân $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ và DAP $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Các loại phân này khi bị oxi hóa bởi vi sinh vật sẽ hình thành nên các acid rất chua theo phản ứng như sau:



2.2. Kỹ thuật làm đất: các kỹ thuật làm đất có ảnh hưởng nhất định đến pH lớp đất cày do ảnh hưởng tốc độ phân giải các dư thừa hữu cơ.

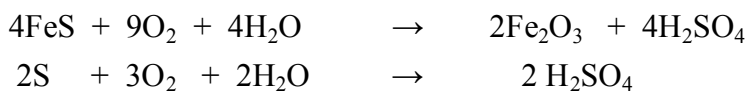
2.3. Ảnh hưởng của mưa acid: trong các vùng không khí bị ô nhiễm, nước mưa có thể chứa một hàm lượng nhất định các acid như H_2SO_4 , HNO_3 nên nước mưa có thể có pH rất thấp (4.0 – 4.5) gây chua cho đất. Mưa acid rất nguy hại cho các vùng rừng nhiệt đới, gần các khu công nghiệp. Chính mưa acid làm tăng nhanh quá trình rửa trôi các

cation base trong đất, tăng tỉ lệ Al/Ca trong dung dịch đất, ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của thực vật.

2.4.Ảnh hưởng của các chất thải chất hữu cơ: các chất thải chất hữu cơ như rác thành phố, chất thải công, nông nghiệp có thể làm giảm pH đất nông và lâm nghiệp. Các chất thải này có thể giải phóng rất nhiều acid hữu cơ và vô cơ trong quá trình phân giải.

2.5.Ảnh hưởng của kỹ thuật tưới: các vùng khô hạn khi sử dụng nước tưới nhiễm mặn, có thể làm gia tăng sự tích lũy muối trong đất, pH sẽ tăng.

2.6.Ảnh hưởng của việc tiêu nước các vùng đất ngập nước ven biển: nhất là các vùng đất phèn, đất có chứa một lượng khoáng pyrite (FeS_2), sulfide sắt (FeS) và S nguyên tố rất lớn. Khi tiêu nước do sự hoạt động của vi sinh vật khử sulfate, FeS , S bị oxy hóa, cuối cùng hình thành acid sulfuric. Quá trình này hình thành nên loại đất đặc trưng được gọi là đất phèn.



VI. ẢNH HƯỞNG CỦA pH ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT

pH của dung dịch có ảnh hưởng rất lớn đến các tính chất hóa học và sinh học của đất.

1. Ảnh hưởng của pH đến khả năng hữu dụng của các chất dinh dưỡng và sự hoạt động của vi sinh vật. pH có tương quan rất chặt đến khả năng huỷ dụng của hầu hết các chất dinh dưỡng cũng như hoạt động của vi sinh vật trong đất. Các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng như Ca, Mg, K, P, N, S cũng như các nguyên tố vi lượng như Mo, B sẽ kém huỷ dụng trong điều kiện đất quá chua. Ngược lại, khả năng hòa tan của các cation vi lượng khác như Fe, Mn, Zn, Cu và Co sẽ gia tăng trong điều kiện pH thấp, có thể gây ngộ độc cho thực vật và vi sinh vật.

pH kiềm nhẹ sẽ làm tăng khả năng hữu dụng của Mo và tất cả các nguyên tố đa lượng (trừ P), nhưng sẽ làm giảm khả năng hữu dụng của các nguyên tố vi lượng khác. P và B giảm khả năng hữu dụng trong đất kiềm. pH trong khoảng 5.5 – 6.5 có thể ảnh hưởng tốt nhất đến khả năng huỷ dụng của tất cả các nguyên tố dinh dưỡng trong đất.

2. Ảnh hưởng của pH đến thực vật bậc cao. Khả năng thích ứng và chống chịu của thực vật đối với đất chua rất khác nhau. Cây họ đậu thường thích hợp với đất có pH trung tính, họ hòa bản chịu được pH khoảng 5.0 -5.5, thông và khoai mì có thể chống chịu được đất rất chua. Đa số các loài cây phát triển kém trên đất chua, chủ yếu là do ảnh hưởng độc của hàm lượng Al hòa tan cao. Phần lớn các loại đất có khả năng sản xuất cao, thường có pH gần trung tính, không quá chua cũng không quá kiềm.

3. Ảnh hưởng của pH đất đến chất lượng môi trường. Ảnh hưởng quan trọng nhất của pH đến môi trường là ảnh hưởng của pH đến mức độ ô nhiễm nước ngầm do thuốc diệt cỏ có gốc hóa học như $-NH_2$ và $-COOH$ trên một số phân tử thuốc diệt cỏ phản ứng với keo đất. Các phản ứng này có thể giữ chặt các phân tử thuốc trên chất hữu cơ hay trên các keo sét trong đất. Chính sự hấp phụ này sẽ giảm thiểu sự di chuyển của các hóa chất bảo vệ thực vật vào nước ngầm.

VIII. XÁC ĐỊNH pH CỦA ĐẤT

Xác định pH là một kỹ thuật rất đơn giản có thể đo pH trực tiếp ngoài đồng hoặc mang mẫu đất vào phòng thí nghiệm để xác định.

1. Phương pháp dùng pH kế. pH kế là dụng cụ đo pH chính xác nhất và rất đơn giản. Cho điện cực thủy tinh vào hỗn hợp đất:nước theo một tỉ lệ qui ước (từ 1:1 đến 1:2.5 theo trọng lượng), đọc giá trị pH.

2. Các phương pháp dùng thuốc thử màu. Người ta có thể dùng 1 số hóa chất hữu cơ thay đổi màu tùy theo pH của dung dịch. Nhỏ vài giọt thuốc thử vào đất và so màu này với một thang màu chuẩn, sẽ xác định được pH đất.

Câu hỏi nghiên cứu

1. pH đất được xác định bằng cách đo nồng độ H^+ trong dung dịch đất. Khi có giá trị pH, hãy tính nồng độ OH^- ?
2. Giải thích vai trò của Al trong việc làm tăng độ chua của đất. Xác định các ion Al liên quan và ảnh hưởng của các ion này đến CEC của đất?
3. Định nghĩa khả năng đệm của đất. Ý nghĩa thực tiễn của tính đệm và các cơ chế hình thành tính đệm này?
4. Mưa acid là gì? Ảnh hưởng của mưa acid đến nông, lâm nghiệp?
5. Ý nghĩa của pH đến khả năng hữu dụng và gây độc của các nguyên tố hóa học trong đất cũng như sự phân bố thành phần các loài thực vật tự nhiên.
6. Khi khai thác các vùng đất ngập nước ven biển để canh tác, đất có thể hóa chua nhanh. Giải thích sự thay đổi pH này? Đề nghị phương pháp sử dụng, cách quản lý đất này?
7. Các vật liệu sử dụng để bón nhằm làm giảm độ chua của đất?
8. Các phản ứng của vôi khi bón vào đất?
9. Các phản ứng hình thành nên các acid trong đất phèn?
10. Nêu các loại độ chua của đất? ý nghĩa của từng loại độ chua?

Chương 7. CÁC TÍNH CHẤT SINH HỌC CỦA ĐẤT.

Bài 1. Sinh thái học và các chức năng của sinh vật đất.

1. Giới thiệu. Đất là môi trường sống của tất cả các loại sinh vật. Chất hữu cơ là nguồn cung cấp carbon, năng lượng và các chất dinh dưỡng cho sinh vật sống trong đất. Tính đa dạng và hoạt động của sinh vật chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng chất hữu cơ trong đất, chế độ bón hay bổ sung chất hữu cơ, và các tính chất khác của đất.

Mặc dù có 1 ít sinh vật đất có tác động xấu, nhưng phần lớn là có vai trò quan trọng đối với đất, cây trồng và các sinh vật khác. Thông qua sự phân giải chất hữu cơ, các chất dinh dưỡng được giải phóng, hữu dụng cho cây trồng. Tuy nhiên, vi sinh vật cũng có thể tiết ra độc chất làm ức chế sinh trưởng, hay cạnh tranh dinh dưỡng với cây trồng. Ngược lại, chất hữu cơ phân giải, giải phóng các độc chất, nông dược có thể bị thoái hóa hay sử dụng như là nguồn cung cấp C, năng lượng cho 1 số vi sinh vật. Cấu trúc đất được cải thiện thông qua hoạt động của vi sinh vật, các chất dinh dưỡng có thể chuyển dạng từ hòa tan sang không hòa tan và ngược lại.

2. Các loại sinh vật đất.

2.1. Vi sinh vật đất.

2.1.1. Vi khuẩn. Chiếm số lượng cao nhất trong đất, khác nhau về hình dạng và kích thước như hình cầu, hình xoắn, hình que, có kích thước từ $< 1\mu\text{m}$ đến vài μm . Ngoài ra dựa vào phương thức sử dụng C và năng lượng, vi khuẩn được phân thành nhóm dị dưỡng và dị dưỡng. Vi khuẩn tự dưỡng có khả năng nhận năng lượng từ sự oxy hóa các chất vô cơ đơn giản trong đất. Khi xâm nhập vào thực vật chúng nhận C từ CO_2 và H từ H_2O . Vi khuẩn cũng có thể phân loại dựa theo môi trường sống: vi khuẩn hiếu khí, kỵ khí và không bắt buộc.

Trong đất, vi khuẩn dị dưỡng chiếm tỉ lệ cao nhất. Vi khuẩn này sử dụng năng lượng và C từ chất hữu cơ.

Hầu hết hoạt động vi khuẩn trong đất phụ thuộc vào nguồn cung cấp C và năng lượng và các yếu tố môi trường như pH, ẩm độ, độ thoáng khí, độ mặn, hàm lượng chất dinh dưỡng... Do đó bất cứ kỹ thuật canh tác nào làm tăng hàm lượng chất hữu cơ và cải thiện tính chất đất đều làm tăng số lượng và khả năng hoạt động của vi khuẩn. Vi khuẩn thường tập trung ở vùng rễ (rhizosphere). Phần lớn vi khuẩn hoạt động tốt ở pH trung tính.

2.1.2. Xạ khuẩn. Là sinh vật hiếu khí. Số lượng và hoạt động của xạ khuẩn tùy thuộc vào các yếu tố tương tự vi khuẩn, nhưng khả năng chống chịu cao hơn. Chức năng của xạ khuẩn là phân giải chất hữu cơ và sản sinh nhiều loại chất kháng sinh. Xạ khuẩn tiêu biểu trong đất là *Nocardia* và *Streptomyces*.

2.1.3. Nấm. Là vi sinh vật dị dưỡng, hiếu khí. Tính chất của môi trường khác nhau có thể thích hợp cho những nhóm nấm khác nhau. Có nghĩa là nấm có thể thích ứng trên tất cả các loại môi trường. Sự hoạt động và số lượng tùy thuộc vào môi trường.

2.1.4. Tảo. Là vi sinh vật có khả năng quang hợp chiếm tỉ lệ cao trong đất. Tảo lục lam (cyanobacteria) có khả năng cố định N sinh học. Tảo lục lam chỉ phát triển tốt trên đất có pH trung tính. Các chức năng quan trọng của tảo: cố định N, sinh trưởng trên đá nền, đất không canh tác được, cung cấp chất hữu cơ và N trong quá trình hình thành mùn, phong hóa đá và khoáng, tham gia tạo cấu trúc đất.

2.2. Động vật đất. Động vật đóng vai trò quan trọng trong các tiến trình hình thành đất và phân giải chất hữu cơ, như khả năng đào bới. Phần lớn động vật sử dụng chất hữu cơ hay sinh vật khác làm thức ăn. Quá trình sử dụng thức ăn của chúng có xu hướng thúc đẩy tiến trình phân giải chất hữu cơ và hình thành mùn trong đất.

2.2.1. Động vật nguyên sinh. Phần lớn là sinh vật dị dưỡng, thức ăn chủ yếu của chúng là vi khuẩn. Bón phân hữu cơ hay phủ dư thừa thực vật làm tăng số lượng sinh vật này. Hoạt động của động vật nguyên sinh góp phần vào việc phân giải chất hữu cơ và luân chuyển chất dinh dưỡng.

2.2.2. Tuyến trùng. Thức ăn của tuyến trùng là các chất hữu cơ hòa tan, các vi sinh vật khác. Một số tuyến trùng có thể dùng kim châm vào tế bào rễ hút thừa ăn. Tuyến trùng hầu như không tham gia vào quá trình phân giải chất hữu cơ, tuy nhiên về mặt sinh thái học, chúng vẫn có vai trò nhất định trong việc cân bằng hệ sinh vật trong đất.

2.2.3. Giun đất. Số lượng và hoạt động của giun đất phụ thuộc vào nguồn thức ăn và nước trong đất. Ẩm độ đất quá cao hoặc quá thấp ảnh hưởng lớn đến hoạt động của giun đất. Giun đất bất động khi $pH < 4.0$. Một số loài có thể rác hữu cơ trên và trong đất. Kỹ thuật làm tăng chất hữu cơ trong đất sẽ làm tăng số lượng và hoạt động của giun đất. Sự chuyển biến chất hữu cơ và trộn lẫn với đất, làm cho cấu trúc đất được cải thiện rất rõ trong phân giun. Khả năng đào bới cũng cải thiện độ thoáng, tăng khả năng thấm của đất.

2.2.4. Động vật chạp đốt. Thức ăn là lá, rác rưởi trên mặt đất, thường là đất không canh tác.

3. Sự tương tác giữa các sinh vật đất.

3.1. Quan hệ tương hỗ. Vùng rễ (rhizosphere), là nơi tiếp giáp giữa bề mặt rễ và đất, là vùng có tính đa dạng và hoạt động của vi sinh vật mạnh nhất. Hầu hết là vi sinh vật hoại sinh. Thường có mối quan hệ giữa thực vật và vi sinh vật. Phần lớn thực vật có quan hệ cộng sinh với nấm rễ (mycorrhizae), mối quan hệ giữa nấm rễ và cây trồng có vai trò rất quan trọng trong hấp thu dinh dưỡng của cây. Có 2 loại nấm rễ: ectotrophic,

sống bên ngoài rễ và ectomycorrhizae, sống ngay trên rễ, và loại sống cộng sinh với rễ, xuyên vào trong tế bào rễ (endomycorrhizae).

Nhiều loài cây, sự tiếp xúc giữa rễ và đất chỉ thông qua hệ nấm rễ. Nấm sử dụng carbohydrates và các chất khác từ thực vật, và thực vật hấp thu dinh dưỡng, nước thông qua sợi nấm. Chức năng chính của mycorrhizae là hấp thu và vận chuyển dinh dưỡng, nhất là lân từ đất vào rễ cây trồng. Vấn đề là nấm có tiết ra các kích thích tố tăng trưởng cây trồng hay không vẫn còn đang nghiên cứu.

Nấm rễ endomycorrhizae tiêu biểu là vesicular arbuscular mycorrhizae-VAM, hiện diện hầu hết trên các loại thực vật.

3.2. Quan hệ đối kháng. Có sự cạnh tranh rất mạnh giữa các sinh vật trong đất, chủ yếu là cạnh tranh nguồn carbon, năng lượng và dinh dưỡng. Một số loài có thể tiết ra các độc chất để tiêu diệt các loài khác. Có thể ký sinh trên sinh vật khác, hay bắt nhốt sinh vật khác. Như động vật nguyên sinh ăn vi khuẩn, nhưng không hại các loài nấm, vì sinh vật sẽ ký sinh trên động vật nguyên sinh. Tuyến trùng ăn nấm, nhưng 1 số xạ khuẩn lại tấn công tuyến trùng, nấm lại dễ bị ký sinh bởi vi khuẩn.

Quan hệ đối kháng có vai trò quan trọng trong kiểm soát các hoạt động bất lợi của ký sinh trên rễ cây trồng. Nếu các sinh vật có ích hoạt động tốt, sự hủy hoại hay ký sinh trên rễ giảm đáng kể.

3.3. Các chất ức chế, gây độc. Một số vi sinh vật có thể là nguồn gây bệnh cho cây trồng, cũng có loại gây ức chế sinh trưởng của cây, nhất là khi chúng sản sinh các độc chất.

3.4. Các sản phẩm của vi sinh vật đất. Vi sinh vật đất có thể sản sinh hàng ngàn hợp chất khác nhau, các chất này có thể gây độc hoặc kích thích sinh trưởng của cây trồng, nhưng 1 chất có thể là chất độc hay kích thích lại phụ thuộc vào nồng độ. Hầu hết các chất kích thích sinh trưởng đều có đặc tính này. Các hợp chất kích thích sinh trưởng cây trồng được sản sinh từ vi sinh vật đất như ethylene, gibberellins, auxins, cytokinins và abscissic acid.

4. Các hoạt động quan trọng của sinh vật đất.

4.1. Phân giải chất hữu cơ. Bất cứ môi trường đất nào cũng đều có sự hiện diện của rất nhiều loại sinh vật. 80-90% chất hữu cơ trong đất được phân giải để trả lại dạng ban đầu bởi các tác nhân phân giải. Các tác nhân này còn có tác dụng là hấp thu các chất dinh dưỡng trong đất mang lên cung cấp cho thực vật.

Nấm, xạ khuẩn, vi khuẩn là những tác nhân chính làm mục rã chất hữu cơ. Chúng sử dụng các hợp chất hữu cơ tự nhiên, và đồng thời tổng hợp nên các chất hữu cơ khác. Nấm được xem là tác nhân chính phân giải các vật liệu thực vật, do nấm có thể tiết ra nhiều enzymes phân giải lignin, cellulose trong màng tế bào thực vật, trong khi đó chỉ

có 1 số ít loài vi khuẩn tiết ra loại enzyme này. Nấm nhất là nấm dạng sợi có thể mạnh trong phân giải chất hữu cơ do chúng có thể phát triển xuyên vào bên trong tế bào chết, và khả năng phát triển lan mạnh trên bề mặt tế bào chết.

Động vật đất mặc dù không trực tiếp tham gia vào tiến trình phân giải chất hữu cơ, nhưng góp phần tích cực trong tiến trình này, như hoạt động cắn phá, đào bới.

Có thể vai trò quan trọng nhất của sinh vật đất là sự phân giải dư thừa thực vật và giải phóng các chất dinh dưỡng như C, N, P, S, những chất này sẽ được sử dụng bởi cây trồng và hình thành nên các thế hệ sinh vật mới. Hàng năm có đến 1/25 lượng CO₂ được sử dụng trong quang hợp hình thành chất hữu cơ, và 70% C từ chất hữu cơ được trả lại vào khí quyển dưới dạng CO₂ từ sự phân giải của vi sinh vật.

4.2. Giải phóng các chất dinh dưỡng từ các khoáng. Các vi sinh vật như tảo, địa y, vi khuẩn có thể tiết ra các chất (acid hữu cơ) làm hòa tan các khoáng trong đá, khoáng. Các hợp chất hữu cơ trong đất, nơi vi sinh vật hoạt động cũng có thể hòa tan các nguyên tố hóa học trong thành phần khoáng của đất.

4.3. Cố định đạm sinh học. Khả năng sử dụng N₂ chỉ có ở những loài sinh vật có enzyme nitrogenase. Nitrogenase làm xúc tác cho tiến trình tổng hợp N₂ và H₂ thành NH₃ trong điều kiện nhiệt độ và áp suất bình thường.

Vi sinh vật có khả năng cố định N₂ bao gồm vi khuẩn và tảo lam. Chúng có thể sống tự do, cộng sinh hay liên kết với cây trồng. Một số có thể có cả 2 phương thức sống.

4.3.1. Cố định N do sinh vật sống tự do. Vi khuẩn cố định N sống tự do bao gồm: (1) Azotobacter và các chủng liên quan như Azomomas và Derxia; (2) Clostridium pasteurianum; (3) tảo lục lam, địa y.

Điều kiện môi trường thích hợp cho sinh vật cố định N sống tự do gồm: (1) nhiệt độ 15-35°C; pH 5-9; (2) đầy đủ các chất dinh dưỡng dễ hữu dụng như P và Mo; (4) đủ ẩm; (5) không có sự hiện diện của đạm hòa tan như NH₃; (6) đủ nguồn cung cấp C hữu cơ và năng lượng; và (7) thoáng khí.

Tảo lục lam phát triển chủ yếu trong điều kiện ngập nước, nên chúng có vai trò quan trọng trong việc cố định N trong đất lúa nước. Là sinh vật quang tự dưỡng nên chúng không cần nguồn cung cấp hữu cơ.

4.3.2. Cố định N do vi khuẩn cộng sinh.

- Cây họ đậu và vi khuẩn rhizobium là phương thức sống cộng sinh tiêu biểu. Đây là nguồn N cố định quan trọng nhất trong nông nghiệp. Các vi khuẩn hình thành nốt sần trên rễ cây họ đậu thuộc 2 chủng: Rhizobium, sinh trưởng nhanh và Bradyrhizobium, sinh trưởng chậm. Tất cả đều là vi khuẩn hảo khí bắt buộc, chúng có thể sống trong đất như các sinh vật vùng rễ.

Mặc dù *Rhizobium* được cho là vi khuẩn chính cộng sinh trên rễ cây họ đậu, nhưng trên các loài không thuộc họ đậu vẫn có những loại vi khuẩn khác có thể cộng sinh được.

- Cộng sinh liên kết. Kiểu quan hệ giữa rễ cây và vi khuẩn được phát hiện trên cây họ hòa bản, quan hệ này được gọi là cộng sinh liên kết, không hình thành nốt sần. Thực vật cung cấp năng lượng, chủ yếu là malic acid cho vi khuẩn, và vi khuẩn cố định N_2 . Cộng sinh liên kết được phát hiện trên các cây 1 lá mầm như lúa cạn, bắp, mía, đòg cỏ. Vi khuẩn được xác định bao gồm: *Azospirillum lipoferum*, *Az. Brasilense* và *Azotobacter*.

- Cộng sinh của xạ khuẩn *Frankia* với các cây gỗ. Đây là vi sinh vật quan trọng trên đất phi nông nghiệp như đất rừng, đất hoang, đất cát.

Chương 7.

Bài 2. **Chất hữu cơ trong đất.**

I. GIỚI THIỆU. Chỉ nghiên cứu tính chất vi sinh vật học sẽ không đầy đủ nếu không chú ý đến chất hữu cơ trong đất. Chúng ta biết rằng thành phần hữu cơ có ảnh hưởng đến cấu trúc của đất và sự thoái hóa về mặt cấu trúc của đất do cường độ canh tác cao có thể luôn được giảm thiểu trong các loại đất có hàm lượng chất hữu cơ cao.

Khả năng hấp phụ và giữ nước, khả năng dự trữ các nguyên tố base, khả năng cung cấp đạm (N), lân (P), lưu huỳnh (S), nhiều nguyên tố vi lượng và các tính chất khác của đất tất cả đều phụ thuộc vào thành phần chất hữu cơ trong đất. Theo Broadbent (1953), mặc dù hàm lượng chất hữu cơ trong các loại đất khoáng rất thấp nhưng ảnh hưởng của chúng đến các tính chất hóa học, lý học của đất là vô cùng to lớn so với tỉ lệ trọng lượng của chúng có trong đất. Vì vậy nhiều nghiên cứu đã nhấn mạnh đến tầm quan trọng của thành phần này đến đất sản xuất nông nghiệp.

Chất hữu cơ trong đất bao gồm tất cả các sản phẩm hữu cơ ở các giai đoạn phân giải khác nhau, từ thực vật chưa phân giải và các mô động vật cho đến các sản phẩm phân giải vô định hình bền vững, màu nâu hay đen (mùn) không còn vết tích cấu trúc của các vật liệu hình thành nên chúng (Russell, 1961). Vật liệu này được gọi là mùn. Mùn không phải là một hợp chất đơn giản. Thành phần của chúng phụ thuộc vào loại đất chúng được trích ra và phụ thuộc vào cả phương pháp trích được sử dụng.

Ngược với những điều ta nghĩ từ trước, các dữ liệu thu được từ tổng hàm lượng chất hữu cơ của các loại đất nhiệt đới cho thấy rằng hàm lượng của chúng có thể đạt ngang bằng với hàm lượng mùn được tìm thấy trong các loại đất vùng ôn đới. Các loại đất bị phong hóa mạnh (Ultisols và Oxisols) chứa tỉ lệ phần trăm chất hữu cơ cao hơn hàm lượng chất hữu cơ chúng ta nghĩ, do chúng có màu sắc nhạt vì trong các khu rừng nhiệt đới đất luôn được bổ sung chất hữu cơ với hàm lượng cao trong năm.

Nhưng sự hiểu biết của chúng ta về thành phần và động thái của chất hữu cơ trong các loại đất nhiệt đới còn rất nhiều hạn chế. Tổng hàm lượng carbon hữu cơ trong tầng đất mặt thường chứa khoảng 15 – 25% các chất không phải là hợp chất mùn, chúng là các carbohydrates, các hợp chất đạm, lipids và phần còn lại (75 – 85%) là các hợp chất mùn.

II. THÀNH PHẦN CỦA CHẤT HỮU CƠ TRONG ĐẤT

1. Carbohydrates: Tổng hàm lượng carbohydrates của chất hữu cơ trong đất thay đổi từ 5 - 20%. Thành phần này bao gồm các polysaccharides và các đường đơn như glucose, galactose, arabinose....

2. Các hợp chất chứa đạm (N): Hàm lượng N của chất hữu cơ trong đất biến thiên từ 3 - 6%. Sự thủy phân acid sẽ giải phóng ra các amino acids, amino đường và amonia. Có khoảng 20 amino acids đã được định danh và 2 amino đường là glucosamine và galactosamine, được biết là chiếm tỉ lệ cao trong thành phần N của chất hữu cơ. Một nghiên cứu trên các loại đất khác nhau cho thấy có khoảng hơn 1/2 N tồn tại dưới dạng nôi của các amino acids và amino đường. Tính chất của các thành phần khác chưa được xác định rõ ràng.

3. Các hợp chất chứa lân (P): Chất hữu cơ trong đất chứa rất nhiều dạng lân hữu cơ, chiếm 15 – 80% tổng lượng P trong đất. Các hợp chất lân hữu cơ được tìm thấy trong chất hữu cơ của đất bao gồm inositol hexaphosphate (đây là hợp chất chính), phospholipids và một số nucleotides.

4. Các thành phần khác: Phần còn lại của chất hữu cơ trong đất được xác định dựa trên hợp nhất của các vòng polyphenol có thể chứa các quinones và có rất nhiều hợp chất N được liên kết trong các hợp chất này. Các chất này phần lớn bắt nguồn từ các sản phẩm của quá trình trao đổi chất của vi sinh vật (Kononova, 1996), nhưng chúng cũng có thể có nguồn gốc từ sự phân giải thành phần lignin của thực vật.

III. HỢP CHẤT MÙN

Mùn là thành phần trong tổng chất hữu cơ trong đất, tương đối bền đối với sự phân giải của vi sinh vật, là sản phẩm hình thành trong quá trình phân giải chất hữu cơ và tái tổng hợp bởi các sản phẩm phân giải này với các thành phần khác trong đất thông qua hoạt động của vi sinh vật. Mùn thường có màu nâu, đen.

Hàm lượng chất hữu cơ có thể biến đổi từ <0.1% trong các loại đất vùng sa mạc cho đến gần 100% trong đất hữu cơ và bởi vì chất hữu cơ luôn kết hợp với thành phần vô cơ, nên hợp chất mùn phải được trích ra khỏi đất trước khi chúng ta xác định tính chất của chúng. Một dung dịch NaOH loãng thường được sử dụng để trích hợp chất mùn này, nhưng do khả năng biến chất của các polymers mùn rất dễ dàng. Nên cần chú ý là quá trình trích nên thực hiện trong điều kiện kín, không có tác động của áp lực không khí (dùng khí nitrogen). Một phương pháp trích hợp khác là dùng dung dịch 0.1M sodium pyrophosphate trung tính (pH7). Phương pháp sau này hiện đang sử dụng phổ biến trong việc trích các hợp chất mùn. Nhiều phương pháp khác cũng đã được đề nghị sử dụng, nhưng với 2 phương pháp dùng NaOH và Sodium pyrophosphate được nhiều phòng phân tích chấp nhận và tính hiệu quả của chúng cũng như dễ thực hiện nên hiện nay người ta không cần nghiên cứu thêm các phương pháp khác để trích mùn trong đất.

1. Trích và phân lập các thành phần của mùn

- Nghiền, rây đất tách các thành phần chất hữu cơ: sinh khối (động vật, rễ cây...), tế bào chất (lá, rác...), và mùn.

- Xử lý với dung dịch kiềm (NaOH): mùn được tách làm 2 phần:

- Phần không hòa tan: Humin, có tỉ trọng cao, tạo phức với sét.
- Phần hòa tan

- Phần hòa tan tiếp tục xử lý với acid (pH=1.0): thu được 2 phần:

- Humic acid, màu nâu sậm hay đen, trọng lượng phân tử cao, nằm bên dưới.
- Fulvic acid, màu vàng đỏ, trọng lượng phân tử thấp, nằm phía trên hỗn hợp.

Các hợp chất mùn cũng có thể được trích phân đoạn thành những thành phần cấu tạo nhỏ hơn nữa bằng cách lợi dụng mức độ hòa tan khác nhau của chúng trong những dung môi khác nhau. Phương pháp phân lập được sử dụng rộng rãi là kết tủa humic acids từ dung dịch trích, khi dung dịch này được làm chua hóa đến pH = 1. Thành phần còn lại trong dung dịch này (không kết tủa) được gọi là fluvic acid.

Fluvic acid thường ngưng tụ kém hơn nhưng có tính oxy hóa cao hơn humic acid (có nhiều gốc chức năng chứa Oxygen hơn) và có trọng lượng phân tử thấp hơn là humic acid. Fluvic acid được coi là hợp chất trẻ nhất, có tính di động nhất và là thành phần hoạt động nhất của hợp chất mùn trong đất, vì vậy chúng được xem là thành phần có ý nghĩa nhất trong các tiến trình hình thành đất. Ví dụ, sự tích lũy chất hữu cơ trong tầng Spodic của đất Spodosols là do sự tích lũy Al, các phức chất Al và Fe với fluvic acids. Humic acid thể hiện mức độ mùn hóa cao, tính ngưng tụ cao và thành phần già hơn của hợp chất mùn trong đất. Chúng ít di động hơn nhưng liên kết chặt hơn với các sét silicate có cấu trúc dạng lớp. Vì những lý do này và do có trọng lượng phân tử cao hơn, nên humic acid được xem là thành phần chính tạo sự ổn định hạt kết của đất và là thành phần ít nhạy cảm với sự phân giải của vi sinh vật.

Việc xác định hàm lượng tương đối của humic acid và fluvic acid (tỉ lệ FA/HA) trong đất được dùng để phân loại đất và cùng lúc đó chúng cũng có thể giúp ta xác định động thái của hợp chất mùn trong đất. Có 1 số nghiên cứu về vấn đề này trên các loại đất nhiệt đới cho thấy rằng có sự tương quan giữa khí hậu và tỉ lệ của 2 dạng acids này trong hợp chất mùn. Trong điều kiện rửa trôi mạnh sẽ có xu hướng hình thành fluvic acid. Fluvic acid có thể được tích lũy trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa hơn là điều kiện khí hậu ẩm. Spodosols và Oxisols có tỉ lệ FA/HA tối thiểu trong những mùa khô. Tỉ lệ này gia tăng trong mùa mưa nhưng sau đó sẽ thấp trở lại khi đất bị ngập

nước. pH và hàm lượng sét vô định hình (Sesquioxides) các oxides Si, Fe, Al của đất cũng góp phần làm tăng mức độ polymer hóa các hợp chất mùn như diễn biến trong đất Andisols.

2. Đặc điểm của mùn. Dựa trên các phương pháp phân tích hóa học, các gốc chức năng có chứa Oxygen của dịch trích FA và HA từ các loại đất khác nhau được trình bày trong bảng sau.

Hàm lượng các gốc chức năng của Humic acid và Fluvic acid được trích từ các loại đất hình thành trong các điều kiện khí hậu khác nhau.

Gốc chức năng	Ôn đới		Á nhiệt đới		Nhiệt đới	
	HA	FA	HA	FA	HA	FA
Tổng độ chua	5.7-8.9	8.9-14.2	6.3-7.7	6.4-12.3	6.2-7.5	8.2-10.3
COOH	1.5-5.7	6.1-8.5	4.2-5.2	5.2-9.6	6.2-7.5	7.2-11.2
Phenolic - OH	3.2-5.7	2.8-5.7	2.1-2.5	1.2-2.7	2.3-3.0	0.3-2.5
Alcoholic - OH	2.7-3.5	3.4-4.6	2.9	6.9-9.5	0,2-1.6	2.6-5.2
Carbonyl, C = O	0.1-1.8	1.7-3.1	0.8-1.5	1.2-2.6	0.3-1.4	1.6-2.7
Methoxyl, OCH ₃	0.4	0.3=0.4	0.3-0.5	0.8-0.9	0.6-0.8	0.9-1.2

Các gốc chức năng caboxylic và phenolic –OH thường phân ly ở khoảng pH đất hình thành nên CEC của đất, nên chúng có tầm quan trọng trong việc lưu giữ và giải phóng các cations dinh dưỡng.

Tổng độ chua của hợp chất mùn thể hiện tổng lực phản ứng của mùn. Tổng độ chua bao gồm các gốc chức năng mang tính acid như carboxyls (-COOH) và phenolic (-OH), các gốc chức năng khác như alcoholic (-OH), carbonyl (=CO) và methoxyl (-OCH₃), mặc dù không góp phần vào tổng độ chua nhưng chúng góp phần vào sự hình thành các phức chất bằng cách tạo các nối giữa chất hữu cơ với các nguyên tố cation kim loại và các khoáng silicates.

Do các loại đất nhiệt đới thường có tính kiềm tương đối thấp (Oxisols và Ultisols), nên các hợp chất mùn trong thành phần hữu cơ của đất là nguồn chủ yếu duy trì độ phì của đất. Các biện pháp kỹ thuật quản lý đất phải là các biện pháp hướng trực tiếp đến việc cải thiện hàm lượng chất hữu cơ của đất.

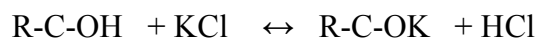
Chất hữu cơ trong đất thực tế không hòa tan được trong nước, mặc dù có 1 phần rất nhỏ có thể tạo huyền phù trong nước nguyên chất. Chất hữu cơ có khả năng hòa tan mạnh trong dung dịch kiềm loãng và 1 phần có thể phân ly trong dung dịch acid loãng.

Một trong những tính chất quan trọng của chất hữu cơ là hàm lượng đạm chứa trong chất hữu cơ, hàm lượng đạm này thường biến động từ 3-6%. Tuy nhiên hàm lượng đạm có thể thấp hay cao hơn hàm lượng trung bình này. Nhưng do hàm lượng carbon ít biến động hơn và thường chiếm khoảng 58%. Vì vậy, để tính hàm lượng chất hữu cơ trong đất, chúng ta xác định hàm lượng % carbon và hàm lượng chất hữu cơ là %C *1.724. Tỷ lệ giữa C và N (C/N) trong đất thường là 10 - 12. Tỷ lệ này thay đổi tùy thuộc vào nguồn gốc của thành phần hữu cơ, giai đoạn phân giải của chất hữu cơ, tính chất, độ sâu của đất và các điều kiện khí hậu, môi trường khác nơi đất được hình thành. Chất hữu cơ của đất cũng là nơi dự trữ quan trọng của lân và lưu huỳnh hữu cơ. Cũng như N hữu cơ, P và S hữu cơ sẽ được giải phóng trong quá trình khoáng hóa chất hữu cơ. Cả 2 chất P và S đều trải qua quá trình khoáng hóa và hấp thu sinh học tùy thuộc vào điều kiện thời tiết và tỷ lệ tương đối của chúng với carbon cao hay thấp. Một tính chất khác quan trọng của chất hữu cơ là khả năng trao đổi cation cao của chúng (200me/100g). Khả năng trao đổi cation thường có liên quan đến các gốc chức năng như carboxyl (-COOH) và phenolic – hydroxyl.

Ảnh hưởng của chất hữu cơ đến CEC của một số loại đất

Đất	Tầng	%O.M.	CEC của O.M. (meq/100g)
1	Mặt	3.56	198
2	Mặt	3.22	190
	B	0.81	193
3	Mặt	4.94	179
	B	2.54	177
4	Mặt	4.0	198
	B	2.7	198
5	Mặt	2.17	199
	B	1.66	198
6	Mặt	3.37	196
	B	1.2	196
7	Mặt	3.59	199
	B	2.31	190

Phản ứng trao đổi cation của mùn được trình bày theo phương trình sau:



Phương trình cho thấy KCl hòa tan trong nước phản ứng với các gốc chức carboxyl của chất hữu cơ. Ion K trao đổi với ion H của gốc carboxyl. Ion K được hấp phụ với

một lực đủ mạnh để làm hạn chế sự mất ion này do quá trình rửa trôi trong đất, nhưng lực giữ ion K này vẫn còn đủ yếu để rễ cây có thể hấp thu trao đổi được.

Chất hữu cơ trong đất có khả năng hấp phụ một lượng nước rất lớn nên chúng có tính co ngót và trương nở mạnh. Tuy nhiên, nếu chúng bị mất nước hoàn toàn thì lực hấp thu nước bị giảm mạnh. Chất hữu cơ trong đất còn có là một yếu tố quan trọng trong việc hình thành các hạt kết, nên chúng sẽ làm tăng tốc độ thấm nước ban đầu của đất, sẽ làm giảm được nguy cơ xói mòn của đất. Ngoài ra, hàm lượng các gốc chức năng cao sẽ tạo điều kiện dễ dàng cho sự hình thành các phức chất với các nguyên tố dinh dưỡng vi lượng, làm cho các nguyên tố này có thể di chuyển dễ dàng trong suốt phẫu diên đất, nhất là khi chúng kết hợp với các hợp chất mùn có trọng lượng phân tử thấp và di động cao.

IV. SỰ HÌNH THÀNH CHẤT HỮU CƠ TRONG ĐẤT

Chất hữu cơ trong đất là một hỗn hợp của nhiều hợp chất khác nhau. Tuy nhiên, hai loại hợp chất là hợp chất mùn và polysaccharides chiếm hơn 80% tổng chất hữu cơ trong đất.

1. Hợp chất mùn. Hợp chất mùn trong chất hữu cơ của đất là một polymer của các đơn vị phenolic phức tạp được nối với các amino acids, peptides, amino đường và các thành phần hữu cơ khác. Các hợp chất phenolic và polymers được tổng hợp bởi thực vật, nhất là hợp chất lignin và các vi sinh vật, là nguồn quan trọng để hình thành nên các hợp chất phenolic này. Một phần của lignin và các polymer phenolic khác và các phenolic đơn sẽ được giải phóng trong quá trình phân giải hay tổng hợp của vi sinh vật đất được chuyển hóa bởi sự oxy hóa các chuỗi nhánh, hình thành nên các gốc hydroxyl khác và sự khử các gốc carboxyl để hình thành rất nhiều các hợp chất phenolic. Những hợp chất này nhất là các tri-hydroxyphenols, có hoạt tính rất cao và có thể hình thành nên các phản ứng polymer hóa. Nhưng hợp chất khác sẽ trải qua quá trình polymer hóa thông qua các hoạt động của enzymes phenolase hay peroxidase được tổng hợp bởi các vi sinh vật đất. Các phenols ít hoạt động hơn và các hợp chất thơm khác cùng với các gốc amino tự do như peptide, amino acids và amino đường, nằm tự do hay trong chuỗi polysaccharides có thể được nối thành các phân tử lớn hơn thông qua sự bổ sung các nucleophilic với các quinones được hình thành thông qua quá trình oxy hóa. Sau khi được nối với nhau các phân tử phenolic nhạy cảm có thể bị oxy hóa trở lại và trải qua quá trình liên kết khác. Các phản ứng polymer hóa cũng có thể bao gồm sự hình thành nên các gốc chức năng cơ bản. Các gốc phenolic được hình thành thông qua tác động của phenolases và peroxidases có thể sẽ được ổn định thông qua các nối này. Các hợp chất mùn có thể khác nhau rất lớn về thành phần cấu tạo liên

quan đến các đơn vị cấu trúc hiện diện trong 1 phạm vi môi trường nhất định trong quá trình hình thành. Tuy nhiên, tất cả đều có những tính chất chung như chúng có rất nhiều các gốc chức năng, chủ yếu là các gốc COOH, phenolic -OH.

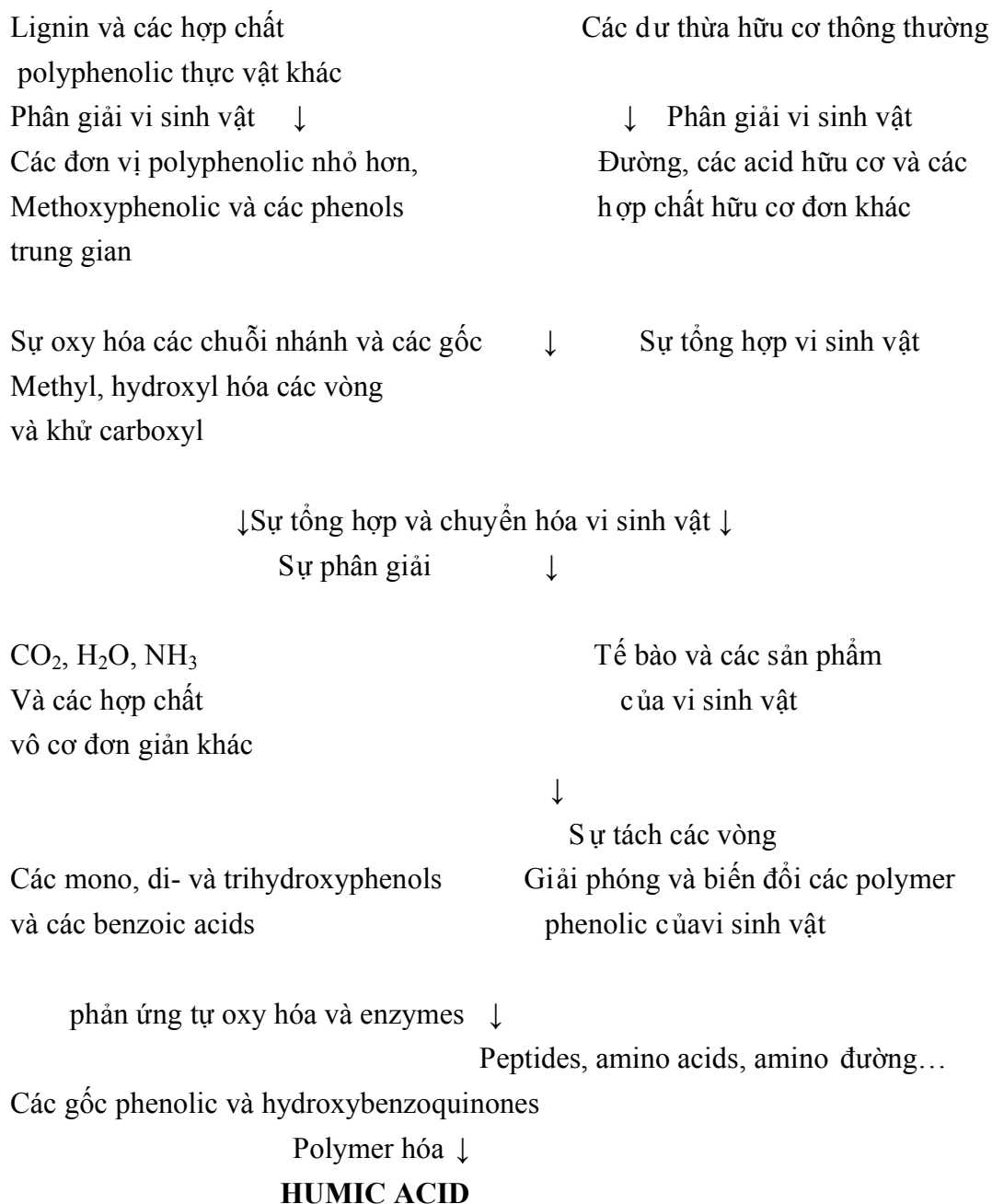
Một số vi sinh vật, nhất là nấm và streptomycetes, tổng hợp các vật liệu có màu sẫm tương tự như các hợp chất mùn. Chúng có thể được hình thành trong môi trường nuôi cấy, trong tế bào hay cả 2 môi trường. Chúng là các polymer phenolic kết hợp với peptides và các chất khác như anthraquinones và cũng có thể là các hợp chất naphthalenic. Hàm lượng peptid hay phenolic có thể thay đổi rất lớn phụ thuộc vào hàm lượng và nguồn N và các điều kiện khác. Các polymer do nấm hình thành có tính chất tương tự như humic acid trong đất về mặt CEC, tổng độ chua, hàm lượng carbon, các gốc phenolic, loại phenol được thu hồi từ sự phân giải Na-amalgam, chống chịu được sự phân giải trong đất và các amino acids được giải phóng khi thủy phân với 6N HCl. Các chất phenolic đơn trong đất không bị phân giải hoàn toàn như những chất hữu cơ dễ phân giải khác như glucose, acetic acid, amino acids, proteins và polysaccharides. Các phenols có hoạt tính hóa học cao sẽ được phân giải thành những phân tử nhỏ hơn các phenols có hoạt tính thấp. Nếu các vòng thơm bị phá vỡ thì C của phenol sẽ bị mất tương tự như sự mất C trên các hợp chất dễ dàng phân giải khác. Điều này cho thấy là một phần của vòng phenolic nằm trong cấu trúc của mùn trong đất, được bảo vệ bởi sự hiện diện của mùn hay sét hay sự liên kết thành các polymer phenolic bởi một số vi sinh vật đất.

Các nghiên cứu về các hợp chất hữu cơ bằng ^{14}C đánh dấu cho thấy rằng các hợp chất mùn mới, mặc dù tương đối bền đối với sự phân giải của vi sinh vật, vẫn tiếp tục phân giải với tốc độ cao hơn tốc độ phân giải của mùn đã được hình thành lâu đời. Điều này có thể là do một phần các phân tử mới nhạy cảm với sự phá vỡ của vi sinh vật. Các polymer có cùng dạng humic acid do nấm tạo thành có thể bị phân giải 5 - 30% trong thời gian 3 - 6 tháng.

Mô phỏng các polymer phenolase được thực hiện với các hợp chất có chứa C đánh dấu cho thấy là các đơn vị amino acids, peptides, amino đường được liên kết với nhau thành các polymer phân giải với tốc độ nhanh hơn các C trong vòng của các đơn vị phenolic, carboxyl, các chuỗi nhánh và các C của OCH_3 của các đơn vị phenolic dễ bị phá vỡ hơn các C trong phenolic vòng. Khi tăng lượng các gốc carboxyl trong polymer phenolic có thể làm giảm sự hữu dụng của các chuỗi nhánh, amino đường, các C của amino acids, của các polymers đối với các vi sinh vật. Theo thời gian, các C dễ hữu dụng sẽ được sử dụng và phần dư thừa sẽ trở nên bền vững hơn đối với sự phân giải của vi sinh vật.

2. Polysaccharides. Polysaccharides là thành phần cấu tạo hay là các sản phẩm trao đổi chất của các sinh vật chủ yếu trong đất. Hầu hết polysaccharides của thực vật, động vật và vi sinh vật là các chất rất dễ phân giải bởi vi sinh vật, nhưng cũng có một số ít khá bền với sự phân giải này và có từ 10 - 30% chất hữu cơ trong đất chứa polysaccharides, thành phần khá bền đối với sự phân giải vi sinh vật. Phần lớn các polysaccharides của thực vật và vi sinh vật có 12 đơn vị cấu trúc (hay cao hơn).

Sự hình thành mùn (mùn hóa)



Tất cả các phương pháp hiện đại dùng để tách các phân tử hữu cơ trong hỗn hợp mùn được áp dụng đối với polysaccharide của đất, nhưng tất cả các thành phần thu được chỉ chứa khoảng 10 đơn vị cấu trúc. Do đó người ta kết luận rằng có thể là các qui trình sử dụng tách polysaccharide không đúng, nhưng cũng có thể là thành phần polysaccharide được hình thành trong trạng thái tương tự như humic acid.

Các đơn vị polysaccharides của thực vật và vi sinh vật trong tất cả các giai đoạn phân giải có thể có tác dụng như là những khung hình thành nên những polymer riêng biệt đối với môi trường đất. Các kết hợp của các chất tương đối bền vững thông qua sự hình thành các muối hay các phức chất với các ions kim loại hay các sét có thể hình thành các thành phần polysaccharides bền vững của chất hữu cơ trong đất. Polysaccharide với các đơn vị amino đường có thể bền vững do sự liên kết thông qua các gốc amino tự do với các phân tử humic acid.

Các thành phần cấu tạo có dạng polysaccharides của màng tế bào vi sinh vật bao gồm rất nhiều đơn vị cấu trúc, bao gồm nhiều amino đường và amino acids. Một số các chất này hay một phần của các phân tử phức tạp, sẽ trải qua quá trình liên kết với các polymer phenolic trong đất thông qua các gốc amino và vì vậy chúng trở nên bền vững hơn.

V. CẢI THIỆN CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA ĐẤT

Nếu các thành phần cấp hạt cát, thịt và sét của đất có tính phân tán cao làm cho nước không thể xâm nhập vào đất và rễ cây trồng không thể xuyên phá lớp ván cứng vào trong đất, năng suất cây trồng sẽ bị giảm nghiêm trọng, ngay cả khi các chất dinh dưỡng hiện diện đầy đủ trong đất (Harris và cộng tác viên, 1966). Trên quan điểm vật lý học, một loại đất tốt là đất trong đó các hạt đất nhỏ được liên kết thành những hạt kết bền vững với tác động của nước. Những loại đất không hình thành lớp ván cứng như thế, sẽ có tốc độ thấm ban đầu rất nhanh khi mưa hay sau khi tưới, làm giảm được sự xói mòn, đất có thể được canh tác dễ dàng hơn, độ thoáng sẽ tăng cao hơn và sẽ tăng cường được khả năng hô hấp của rễ cây và các hoạt động của vi sinh vật trong đất. Russell (1961) đã cho rằng trong một loại đất nông nghiệp tốt nhất trên thế giới các chất liên kết trong tự nhiên phần lớn là các chất hữu cơ và chúng được hình thành trong quá trình phân giải vi sinh vật của các dư thừa hữu cơ trong đất.

Thông thường các dư thừa hữu cơ chứa một tỉ lệ tương đối cao các thành phần hữu dụng có tác động tạo nổi nhanh nhất và lớn nhất trong đất, nhưng ảnh hưởng đến sự hình thành các hạt kết chỉ kéo dài trong một thời gian rất ngắn. Các vật liệu càng bền vững yêu cầu thời gian càng lâu dài để hình thành các hạt kết, nhưng tác động đến việc hình thành hạt kết kéo dài theo thời gian. Bón nhiều chất hữu cơ cho đất sẽ có hiệu quả

hơn trong việc hình thành các hạt kết và sự tạo hạt kết thường tăng nhanh trong trường hợp đất có hàm lượng hạt kết thấp. Sự sinh trưởng của cây trồng, nhất là các đồng cỏ có thể làm tăng sự hình thành hạt kết trong đất (Johnston, 1942). Điều này có thể là do một khối lượng rễ rất lớn được để lại trong đất, các vi sinh vật đất sẽ sử dụng và cũng có thể do rễ có phân bố khá đều trong toàn bộ thể tích đất.

Sau khi bón các dư thừa hữu cơ vào trong đất hay cày vùi các đồng cỏ, các hạt kết trong đất sẽ giảm. Để duy trì cấu trúc đất tốt, cần thiết phải bón các dư thừa hữu cơ theo chu kỳ hay luân canh cây trồng. Nhiệt độ thấp sẽ thích hợp cho việc kéo dài thời gian hình thành hạt kết, trong khi nhiệt độ cao sẽ nhanh chóng làm hủy hoại các chất liên kết của hạt đất (Harros, 1966).

Trong thời gian hoạt động của vi sinh vật xảy ra mạnh mẽ sau khi bón các dư thừa hữu cơ, các tế bào và hệ sợi nấm có thể liên kết cơ học với các hạt đất với nhau (Aspiras, 1971), nhưng các chất được tổng hợp bởi các sinh vật đất thường được xem là có phần quan trọng hơn. Các thành phần khác nhau của chất hữu cơ trong đất có liên quan chặt quá trình hình thành hạt kết trong đất. Nhưng thành phần các keo polysaccharide cũng có thể có tầm quan trọng đặc biệt. Tác động cement hóa cao của các keo polysaccharides do (i) chiều dài và cấu trúc thẳng của chúng cho phép chúng tiếp xúc được với nhiều điểm trên bề mặt các hạt đất, (ii) bản chất uyển chuyển cho phép chúng tiếp xúc được với nhiều điểm trên bề mặt các hạt đất, (iii) với số lượng lớn các gốc OH tạo được nối hydrogen, và (iv) các gốc COOH cho phép tạo nối thông qua các cation.

VI. HÀM LƯỢNG VÀ SỰ PHÂN BỐ CHẤT HỮU CƠ TRONG ĐẤT

Trong quá trình và phát triển đất, chất hữu cơ được tích lũy từ các dư thừa thực vật sinh trưởng trên đất tại chỗ. Chất hữu cơ trong đất được tích lũy liên tục cho đến khi đạt được sự cân bằng giữa tốc độ tích lũy và tốc độ phân giải chất hữu cơ.

Chất hữu cơ thường hiện diện với hàm lượng cao ở tầng mặt và giảm dần theo độ sâu của đất. Sự phân bố chất hữu cơ theo độ sâu của đất luôn tương ứng với hàm lượng N tổng số trong đất.

Thông thường khi được bón nhiều dư thừa hữu cơ, hàm lượng chất hữu cơ trong đất sẽ tăng. Do đó chúng ta có thể hiểu được là đất trong các sa mạc sẽ chứa hàm lượng chất hữu cơ rất thấp do lượng chất hữu cơ bổ sung từ thực vật cho đất hàng năm rất thấp. Khi lượng mưa tăng, kèm theo sự gia tăng khả năng sản xuất chất khô của thực vật, nên hàm lượng chất hữu cơ trong đất sẽ gia tăng.

Trong một phạm vi nhất định, nhiệt độ bình quân hàng năm có thể làm giảm hàm lượng chất hữu cơ trong đất. Một nguyên nhân chính khi nhiệt độ tăng, tốc độ hoạt động của vi sinh vật và sự phân giải chất hữu cơ sẽ tăng. Tuy nhiên, điều này không

hoàn toàn đúng với vùng nhiệt đới ẩm. Trong những vùng này, hàm lượng chất hữu cơ trong đất đôi khi cao hơn so với các loại đất trong vùng ôn đới. Điều này có thể là do trong vùng nhiệt đới không có băng giá nên thích hợp cho sự phát triển của thực vật, nên làm tăng hàm lượng chất hữu cơ trong đất. Nhiều loại đất trong vùng nhiệt đới có hàm lượng khoáng sét cao và chứa nhiều loại khoáng sét vô định hình (allophanes), khoáng này tương tác với chất hữu cơ và bảo vệ chống lại sự phân giải chất hữu cơ.

Trong cùng điều kiện khí hậu, người ta nhận thấy đất đồng cỏ thường có hàm lượng chất hữu cơ trong tầng đất mặt và các tầng đất sâu bên dưới cao hơn so với đất rừng. Điều này có thể là do sự khác nhau về mặt sinh trưởng của thực vật và dư thừa thực vật được vùi lại vào trong đất. Rễ của thực vật đồng cỏ có chu kỳ sinh trưởng ngắn và hàng năm đều có sự phân giải các rễ chết, góp phần vào hàm lượng chất hữu cơ được mùn hóa trong đất. Ngoài ra, hàm lượng rễ cũng tăng dần theo độ sâu của đất. Ngược lại, đất rừng rễ cây có chu kỳ sống lâu dài hơn và sự bổ sung các dư thừa thực vật hàng năm chủ yếu thông qua các lá rụng và phần gỗ chết rơi trên tầng đất mặt.

Các nghiên cứu cho thấy rằng trong mỗi hệ sinh thái, tổng hàm lượng chất hữu cơ tương tự nhau, nhưng trong đất rừng phần lớn chất hữu cơ được liên kết chặt trong phần cây sống (đang sinh trưởng). Trong khi đó đối với đất đồng cỏ có đến 90% chất hữu cơ hiện diện trong đất. Khi con người khai hoang rừng, họ đốt hay khai thác gỗ, họ đã lấy hơn 1/2 chất hữu cơ trong hệ sinh thái rừng. Nhưng khi cày vỡ đất trồng cỏ, toàn bộ chất hữu cơ được bỏ lại trong đất, ngay cả khi người ta đốt cỏ trước khi làm đất. Những khác biệt về hàm lượng và sự phân bố chất hữu cơ là một trong những lý giải tại sao năng suất cây trồng trên đất đồng cỏ cao hơn đất phát triển trên thảm thực vật rừng.

Hàm lượng chất hữu cơ trong đất có thể giảm do quá trình canh tác, nhưng nếu canh tác có sự bổ sung liên tục các loại dư thừa hữu cơ có thể làm tăng hàm lượng chất hữu cơ trong đất, ngay cả đất không bị xói mòn nếu canh tác liên tục hàm lượng chất hữu cơ cũng bị mất đi nhanh chóng. Người ta nhận thấy rằng tốc độ mất chất hữu cơ của đất xảy ra rất nhanh khi đất mới được khai phá đưa vào sản xuất nông nghiệp, sau đó tốc độ mất giảm dần, cuối cùng hàm lượng chất hữu cơ trong đất đạt mức độ cân bằng mới.

Các loại đất vùng khô hạn chứa hàm lượng chất hữu cơ rất thấp. Nhưng nếu vùng đất khô hạn được canh tác và có tưới thì hàm lượng chất hữu cơ trả lại cho đất hàng năm tăng lên rất nhiều lần. Kết quả là hàm lượng chất hữu cơ trong đất sẽ đạt được mức cân bằng mới cao hơn mức cân bằng trước đó.

VII. TÍNH BỀN VỮNG VỀ MẶT SINH HỌC CỦA CHẤT HỮU CƠ TRONG ĐẤT

Khi chúng ta dùng thuật ngữ “tính bền vững về mặt sinh học” không có nghĩa là chất hữu cơ trong đất hoàn toàn kháng lại sự phân giải bởi vi sinh vật. Nghĩa của tính bền vững sinh học ở đây là một khái niệm. Trong đó, chất hữu cơ tương đối ổn định đối với sự tấn công về mặt sinh học hóa bởi các tác nhân sinh học trong đất. Nguyên nhân tạo nên tính bền vững của chất hữu cơ trong đất hay mùn chưa được hiểu biết thật rõ ràng. Những nguyên nhân được nhận biết là: (a) Tính bền vững của một số thành phần hóa học của các dư thừa thực vật và động vật đối với sự tấn công của vi sinh vật; (b) Tính bền vững về mặt sinh học của các hợp chất mùn; (c) Sự bảo vệ của chất hữu cơ chống lại sự tấn công sinh hóa thông qua sự tương tác của chúng với sét và (d) các yếu tố sinh học hay các môi trường sinh học nhất định hiện diện ở các điểm có sự tích lũy chất hữu cơ.

Ngoài các yếu tố ẩm độ và nhiệt độ, yếu tố địa hình ảnh hưởng rất lớn đến hàm lượng chất hữu cơ trong đất, chất hữu cơ có xu hướng tích lũy nhiều trong đất ngập nước hay các vùng đầm lầy so với các vị trí có khả năng tiêu nước tốt và chất hữu cơ được tích lũy trong đất sét nhiều hơn so với đất cát. Tuy nhiên, đất ngập nước hay đất than bùn, đầm lầy, xu hướng tích lũy chất hữu cơ có thể chịu ảnh hưởng bởi (a) hàm lượng dư thừa thực vật được sử dụng hàng năm, (b) chất lượng hay bản chất hóa học của các dư thừa thực vật, hay (c) tốc độ và thời gian phân giải trong môi trường yếm khí. Các loại đất có sa cấu mịn thường sản xuất khối lượng thực vật cao hơn so với đất cát do độ phì nhiêu thường cao hơn và các quan hệ về nước đất trong môi trường này thích hợp hơn cho sự phát triển của thực vật. Ngoài ra trong môi trường này sự phân giải chất hữu cơ chậm hơn do tác động bảo vệ của các khoáng sét chiếm ưu thế trong đất có sa cấu mịn so với đất có sa cấu thô.

VIII. DUY TRÌ CHẤT HỮU CƠ TRONG ĐẤT

Vấn đề chính mà nông dân ngày nay thường phải đối đầu đó là việc duy trì cung cấp đầy đủ chất hữu cơ cho đất. Kinh nghiệm cho thấy rất khó làm tăng chất hữu cơ trong đất, thực tế tốc độ giảm hàm lượng chất hữu cơ trong đất bị mất do quá trình canh tác thường rất chậm (3 - 5% mỗi năm), trong khi đó các tính chất khác của đất ảnh hưởng đến năng suất cây trồng như cấu trúc đất sẽ làm giảm với tốc độ nhanh hơn nhiều. Vì vậy, khi hàm lượng chất hữu cơ thấp hơn một mức ngưỡng nào đó thì đất sẽ không còn khả năng sản xuất nữa.

Nhiều loại đất cây trồng cạn của chúng ta có thể hàm lượng chất hữu cơ gần đạt mức ngưỡng này, nên cần thiết phải có biện pháp ngăn chặn sự mất chất hữu cơ trên các

loại đất này. Mặc dù có sự kiệt quệ chất hữu cơ nhanh chóng trong các loại đất ngay sau khi khai phá để sản xuất nông nghiệp trong các vùng khí hậu ẩm nhưng tốc độ này thường không kéo dài quá lâu.

Trong quá trình canh tác lâu dài, chất hữu cơ trong đất sẽ đạt đến mức độ ổn định, mức độ ổn định này được quyết định bởi các điều kiện môi trường kết hợp với một loại đất nhất định. Một lần nữa, khi hàm lượng chất hữu cơ giảm đến mức độ thấp, muốn nâng hàm lượng này lên mức độ nguyên thủy cần thiết phải thiết lập lại thảm thực vật nguyên thủy trên đất này. Trong thời kỳ mức độ cân bằng mới của chất hữu cơ trong đất phải đạt được mức độ bằng với mức độ trước khi đất này được sử dụng cho sản xuất nông nghiệp.

Khi đất được canh tác, chúng hoàn toàn có thể nhưng rất tốn kém để duy trì hàm lượng chất hữu cơ đạt đến mức độ như trạng thái nguyên thủy. Do đó, nếu duy trì hàm lượng chất hữu cơ trong đất cao hơn mức độ thích hợp cho năng suất cây trồng cao sẽ là biện pháp không kinh tế. Nên chú ý đến chu kỳ bón chất hữu cơ cho đất, có thể là bón thường xuyên các vật liệu hữu cơ tươi, mỗi lần bón một lượng nhỏ. Thay vì duy trì chất hữu cơ trong đất bằng biện pháp bón chất hữu cơ không theo chu kỳ với một khối lượng lớn trong một lần bón. Do có nhiều ảnh hưởng chất hữu cơ trong đất có liên quan đến các tính chất biến động của chúng, nên có thể ta cần chú ý tập trung vào việc duy trì cung cấp đầy đủ các dư thừa hữu cơ đang phân giải trong đất hơn là cố gắng làm tăng hàm lượng các chất hữu cơ đã phân giải hoàn toàn (ổn định). Các biện pháp kỹ thuật canh tác duy trì việc cung cấp các chất hữu cơ thường có xu hướng duy trì hơn là hoàn thiện mức độ sản xuất cây trồng.

Câu hỏi nghiên cứu

1. Nêu các loại vi sinh vật đất?
2. Vi khuẩn có thể được phân loại dựa trên những cơ sở nào?
3. Vai trò chính của mycorrhizae?
4. Cho ví dụ mối tương hỗ và đối kháng giữa các vi sinh vật đất?
5. Khi phủ chất hữu cơ cho đất nên chọn chất hữu cơ dựa trên tính chất vật lý hay hóa học của vật liệu này?
6. Ngoài mùn, trong đất còn có các vật liệu hữu cơ nào khác?
7. Chất hữu cơ trong đất là gì?
8. Những tính chất nào của đất chịu ảnh hưởng bởi các chất hữu cơ?
9. Phân biệt carbon hữu cơ và chất hữu cơ trong đất?
10. Mùn là gì? Các thành phần chính trong hợp chất mùn?
11. Phương pháp duy trì chất hữu cơ trong đất?
12. Thế nào là tính bền vững sinh học của chất hữu cơ trong đất?

Tài liệu tham khảo chính.

- 1.Brady N.C. and Weil R.R., *The nature and properties of soil*. 5th Edition.
Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey
- 2.USDA, 1990. *Keys to soil taxonomy by soil survey staff*. Virginia Polytechnic
Institute and State University.