

**ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH ĐỒNG THÁP
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CỘNG ĐỒNG ĐỒNG THÁP**



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: THỔ NHƯỠNG

NGÀNH, NGHỀ: KHOA HỌC CÂY TRỒNG

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

(Ban hành kèm theo Quyết định Số: /QĐ-CDCCĐ-ĐT ngày... tháng... năm 2017 của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Cộng đồng Đồng Tháp)

Đồng Tháp, năm 2017

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình Thổ nhưỡng được biên soạn trên cơ sở kế hoạch đào tạo ngành Bảo vệ thực vật và ngành Khoa học cây trồng của Trường Cao đẳng Cộng đồng Đồng Tháp. Giáo trình này cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản nhất về đất trồng. Đây là môn khoa học cơ sở nhằm bồi dưỡng cho sinh viên kiến thức về nguồn gốc hình thành đất, quy luật phân bố các loại trên địa cầu, những đặc tính về hình thái, lý học, hóa học và sinh học của đất, cùng với phương hướng sử dụng, cải tạo và bảo vệ đất, để nâng cao độ phì đất, nhằm đạt năng suất cây trồng cao và ổn định.

Trong khi biên soạn, tác giả đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo. Nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn liền nguyên lý cơ sở với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao.

Nội dung giáo trình được biên soạn với thời gian đào tạo hai tín chỉ gồm: bốn chương

Chương 1: Nguồn gốc hình thành đất và hình thái đất

Chương 2: Vật lý đất

Chương 3: Hóa học đất

Chương 4: Phân loại đất ở Việt Nam

Chân thành cảm ơn! Tất cả thành viên trong hội đồng thẩm định phản biện, đã đóng góp và điều chỉnh nội dung giáo trình được hoàn chỉnh.

Mặc dù đã cố gắng biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để giáo trình hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn.

Đồng Tháp, ngày.....tháng ... năm 2017

Chủ biên

Phan Thị Thanh Tuyền

MỤC LỤC

	Trang
PHẦN 1: LÝ THUYẾT	
Chương 1 NGUỒN GỐC HÌNH THÀNH ĐẤT VÀ HÌNH THÁI CỦA ĐẤT	1
1.1. Định nghĩa về đất	1
1.2. Sự hình thành và phát triển của đất	2
1.2.1. Quá trình phong hóa đá	2
1.2.1.1. Khái niệm	2
1.2.1.2. Các dạng phong hoá đá và khoáng vật	2
1.2.2. Quá trình hình thành đất	6
1.2.2.1. Sự ra đời của các vật liệu đầu tiên trong đất	6
1.2.2.2. Các yếu tố hình thành đất	7
1.3. Hình thái của đất	17
1.3.1. Khái niệm	17
1.3.2. Quá trình thành lập các tầng của đất	17
1.3.3. Tên gọi các tầng trong đất	18
1.3.4. Độ chặt của đất và giai đoạn thuận thực	20
1.3.4.1. Độ chặt của đất	20
1.3.4.2. Độ thuận thực của đất	22
1.5. Vai trò của đất	23
CÂU HỎI ÔN TẬP	24
Chương 2 VẬT LÝ ĐẤT	25
2.1. Màu sắc đất	25
2.1.1. Màu nền đất	25
2.1.2. Màu đốm ri	19
2.2. Thành phần cơ giới (sa cấu đất)	30
2.3. Cấu trúc đất	35
2.3.1. Mô tả cấu trúc	37
2.3.2. Tầm quan trọng của cấu trúc	38
2.3.3. Nguồn gốc cấu trúc	39
2.3.4. Sự suy thoái cấu trúc	41

2.3.5.	Cải thiện cấu trúc	43
2.4.	Dung trọng đất	44
2.5.	Tỷ trọng đất	44
2.6.	Độ rỗng, độ xốp đất	46
2.7.	Nước và ẩm độ đất	50
2.7.1	Vai trò của nước	50
2.7.2.	Ẩm độ đất	54
	CÂU HỎI ÔN TẬP	56
Chương 3	HÓA HỌC ĐẤT	57
3.1.	Khoáng sét và khoáng oxyt	57
3.1.1.	Khoáng Silicate	58
3.1.2.	Khoáng Oxide và hydroxide	63
3.2.	Sự trao đổi cation	63
3.2.1	Phản ứng trao đổi cation	64
3.2.2.	Các chỉ tiêu hóa học có liên quan đến khả năng trao đổi cation của đất	65
3.3.	Sự trao đổi anion	66
3.4.	Phản ứng của đất – pH đất	67
3.5.	Độ bão hòa bazơ	69
	CÂU HỎI ÔN TẬP	69
Chương 4	PHÂN LOẠI ĐẤT	70
4.1.	Các loại đất chính ở vùng đồi núi Việt Nam	70
4.2.	Các loại đất chính ở vùng đồng bằng Việt Nam	73
	CÂU HỎI ÔN TẬP	77

TaiLieu.vn

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: THỔ NHƯỠNG

Mã môn học: CNN245

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Vị trí: Là môn học bắt buộc được bố trí trong khung các môn học cơ sở.
- Tính chất: Đây là một trong những môn học kỹ năng quan trọng giúp cho sinh viên có kiến thức cơ bản về đất.
- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Môn học cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản về tính chất, đặc điểm ảnh hưởng đến khả năng cung cấp dinh dưỡng của đất từ đó mà có thể quy hoạch cây trồng cho phù hợp

Mục tiêu của môn học:

- Về kiến thức:
 - + Hiểu được mối quan hệ giữa đất, dinh dưỡng và sự sinh trưởng, phát triển của cây trồng.
 - + Đánh giá được khả năng cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng.
 - + Hiểu được những tính chất quan trọng của đất mà nó sẽ ảnh hưởng đến độ phì nhiêu của đất.
- Về kỹ năng:
 - + Phân tích được những yếu tố ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng.
 - + Thành thạo việc nhận diện đất với một số tính chất hóa học, vật lý đặc trưng
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

Học tập tích cực, chủ động trong quá trình học và có ý thức vận dụng kiến thức vào thực tiễn.

Nội dung của môn học:

Số TT	Tên các chương trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra (định kỳ)/Ôn thi, Thi kết

					thức môn học
1	Chương 1: Nguồn gốc hình thành đất và hình thái của đất 1. Định nghĩa về đất 2. Sự hình thành và phát triển của đất 3. Hình thái của đất 4. Vai trò của đất 5. Thực hành	7	3	4	
2	Chương 2: Vật lý đất 1. Màu sắc đất 2. Thành phần cơ giới (sa cấu đất) 3. Cấu trúc đất 4. Dung trọng đất 5. Tỷ trọng đất 6. Độ rỗng, độ xốp đất 7. Nước và ẩm độ đất Thực hành	14	6	8	
	Kiểm tra	1			1LT
3	Chương 3: Hóa học đất 1. Khoáng sét và khoáng oxyt Sự trao đổi cation Sự trao đổi anion Phản ứng của đất – pH đất 5. Độ bão hòa bazơ Thực hành	14	6	7	1TH
4	Chương 4: Phân loại đất ở Việt Nam 1. Các loại đất chính ở vùng đồi núi Việt Nam	6	4	0	

	II. 2. Các loại đất chính ở đồng bằng Việt Nam				
	Ôn thi				
	Thi kết thúc môn học				
	Cộng	40	19	19	2

TaiLieu.vn

Chương 1

NGUỒN GỐC HÌNH THÀNH ĐẤT VÀ HÌNH THÁI CỦA ĐẤT

NN410-1

Mục đích của chương: Giới thiệu môn học, các khái niệm về đất, nhận biết các vai trò của đất

Thổ nhưỡng (Pedology) có nguồn gốc từ Tiếng Hy Lạp *pedon* là "đất" và *logos* "kiến thức". Thổ nhưỡng học là môn khoa học cứu về đất trong môi trường tự nhiên của nó. Ngày nay, thổ nhưỡng học được xem là một nhánh của khoa học đất và nhánh khác đó là edaphology (môn khoa học nghiên cứu đất đai như môi trường sinh sống cho thực vật và các sinh vật khác); đôi khi nó được sử dụng như là từ đồng nghĩa với khoa học đất. Thổ nhưỡng học là môn khoa học tự nhiên nghiên cứu nguồn gốc của đất, cấu tạo, thành phần, tính chất, quy luật phân bố, biện pháp sử dụng hợp lý và nâng cao độ phì của đất.

Thổ nhưỡng học giải quyết những vấn đề quan trọng nhất của nền sản xuất xã hội có liên quan đến đất. Gồm có: phân loại đất (chia nhóm có hệ thống theo kiểu, kiểu phụ, loại, dạng...); vật lý đất (tính chất vật lý của đất, các quá trình lý học xảy ra trong đất: cơ học, nhiệt, thủy văn, điện từ...); hóa học đất (thành phần, kiến trúc các hợp chất, tính chất hóa học, hóa lý, hóa keo của phần khoáng và hữu cơ của đất, những biến động và tác động tương hỗ của chúng trong quá trình hình thành đất, các phương pháp hóa học nghiên cứu đất...); khoáng vật học đất (thành phần khoáng vật của đất gồm có sự hình thành, phân hủy, biến đổi, tính chất và phân bố địa lý các khoáng vật đất); địa lý thổ nhưỡng (quy luật phân bố đất, sự liên quan với môi trường địa lý); bản đồ đất (phân bố đất trên toàn hành tinh, từng quốc gia, từng địa phương với tỷ lệ khác nhau); phát sinh học đất (nguồn gốc, hình thành, phát triển từng loại đất, đặc tính: cấu tạo, thành phần, tính chất, chế độ hiện tại); hình thái học đất: đặc điểm hình dạng bên ngoài của đất, qua các phẫu diện; vi hình thái học đất: bằng kính hiển vi nghiên cứu đất ở trạng thái nguyên, chưa bị phá hủy (cấu tạo, hình thái, thành phần...)

1.1. Định nghĩa về đất

Đất là một phần của vỏ trái đất, nó là lớp phủ của lục địa mà bên dưới nó là đá và khoáng sinh ra nó, bên trên là thảm thực bì và khí quyển.

Đất là lớp mặt tối xốp của lục địa có khả năng sản xuất ra sản phẩm của cây trồng. Như vậy khả năng sản xuất ra sản phẩm cây trồng (độ phì của đất là thuộc tính không thể thiếu được của đất (William)).

Theo nguồn gốc phát sinh, tác giả Đôkutraiep định nghĩa: Đất là một vật thể tự nhiên được hình thành do sự tác động tổng hợp của năm yếu tố là: Khí hậu, đá mẹ, địa hình, sinh vật và thời gian. Đất được xem như một thể sống, nó luôn luôn vận động, biến đổi và phát triển.

Đất được cấu tạo nên bởi các chất khoáng (chủ yếu từ đá mẹ) và các hợp chất hữu cơ do hoạt động sống của sinh vật cung cấp. Vì vậy sự khác nhau cơ bản giữa đất và sản phẩm vỡ vụn của đá là: Đất có độ phì nhiêu trong khi đá và khoáng lại không có.

1.2. Sự hình thành và phát triển của đất

1.2.1. Quá trình phong hóa đá

1.2.1.1. Khái niệm

Đá và khoáng sau khi hình thành dưới tác động của các yếu tố ngoại cảnh dần bị biến đổi. Tổng hợp những sự biến đổi lâu dài phức tạp làm cho đá, khoáng bị phá huỷ và quá trình đó được gọi là quá trình phong hoá.

Sự phong hoá đá, khoáng là tổng hợp những quá trình phức tạp, đa dạng làm biến đổi về lượng và chất của chúng dưới tác dụng của môi trường. Kết quả của sự phong hoá là làm cho đá và khoáng bị phá huỷ, biến thànhơi xốp, có khả năng thấm khí và nước tốt. Những chất mới này được gọi là "Mẫu chất".

Lớp vỏ trái đất ở đó diễn ra quá trình phong hoá thì gọi là vỏ phong hoá. Căn cứ vào các yếu tố tác động, phong hoá được chia thành 3 dạng: phong hoá lý học, phong hoá hoá học và phong hoá sinh học. Sự phân chia này là tương đối vì các loại phong hoá thường xảy ra đồng thời và có liên quan với nhau.

1.2.1.2 Các dạng phong hoá đá và khoáng vật

a. Phong hoá vật lý

Phong hoá vật lý là quá trình phá huỷ đá về mặt cấu trúc, hình dạng nhưng không làm thay đổi về thành phần hoá học.

Trong những yếu tố gây ra phong hoá vật lý thì nhiệt là yếu tố phổ biến và quan trọng hơn cả, ngoài ra còn do gió, nước, hoạt động địa chất v.v . . .

* *Nhiệt độ*: Các khoáng vật và đá đều bị giãn nở phụ thuộc vào nhiệt độ. Mỗi loại khoáng vật có hệ số giãn nở vì nhiệt khác nhau. Biên độ nhiệt độ càng lớn sẽ làm đá bị giãn nở và co lại đột ngột. Do trong đá chứa các khoáng vật khác nhau có hệ số giãn nở khác nhau, gây nên sự giãn nở không đều dẫn đến đá bị nứt nẻ vỡ vụn ra. Trong thực tế

nhiều nơi trên vỏ trái đất có biên độ nhiệt độ ngày đêm lên đến $40^0 - 60^0\text{C}$ đã làm cho đá càng chóng bị phá huỷ.

Do đó tốc độ phá hủy đá do nhiệt độ phụ thuộc rất lớn vào các yếu tố sau:

+ Sự chênh lệch nhiệt độ ngày đêm, theo mùa trong năm: biên độ nhiệt độ càng lớn thì quá trình phá huỷ càng mạnh.

+ Phụ thuộc vào thành phần khoáng vật chứa trong đá: đá có cấu tạo bởi càng nhiều khoáng vật thì càng dễ bị phá huỷ.

+ Phụ thuộc vào màu sắc và cấu trúc của đá: đá có màu sẫm, cấu trúc mịn, dễ hấp thu nhiệt nên bị phá huỷ mạnh hơn đá màu sáng, cấu trúc hạt thô.

Bên cạnh đó, phong hoá vật lý được tăng cường khi có sự tham gia của nước. Nước thấm vào kẽ nứt gây áp lực mao quản, những vùng giá lạnh khi nước đóng băng thể tích của nó tăng lên làm đá bị phá huỷ mạnh.

* *Dòng chảy, gió*: Nước chảy mạnh, gió có thể cuốn đá va đập vào nhau và vỡ vụn ra.

Kết quả của phong hoá vật lý là làm cho đá, khoáng vỡ vụn ra, tạo ra một số tính chất mới mà đá nguyên chất trước đây không có, như khả năng thấm khí, nước v.v... Phong hoá vật lý làm cho bề mặt tiếp xúc của đá, khoáng với môi trường xung quanh tăng lên và từ đó tạo điều kiện cho các quá trình phong hoá khác tiếp theo được thuận lợi hơn.

b. Phong hoá hoá học

Phong hoá hoá học là sự phá huỷ đá, khoáng bằng các phản ứng hoá học. Do đó phong hoá hoá học làm thay đổi thành phần và tính chất của đá, khoáng. Những tác nhân quan trọng nhất trong quá trình này là H_2O , CO_2 và O_2 . Các quá trình chủ yếu của phong hoá hoá học là: quá trình hoà tan, hydrat hoá, hoá sét và oxy hoá.

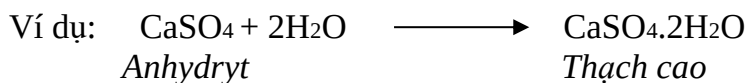
* Quá trình hoà tan:

Quá trình hoà tan là hiện tượng các khoáng vật và đá bị hoà tan trong nước. Tất cả các loại đá, khoáng khi tiếp xúc với nước đều bị hoà tan nhưng mức độ rất khác nhau. Quá trình này đã làm thay đổi thành phần và tính chất của các loại đá, khoáng. Do tác dụng của nước và CO₂ đá sẽ bị phá hủy theo phản ứng hòa tan tạo thành chất dễ tan hơn.

Ví dụ: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
Đá vôi Bicacbonat canxi (dễ tan)

* Quá trình hydrat hoá:

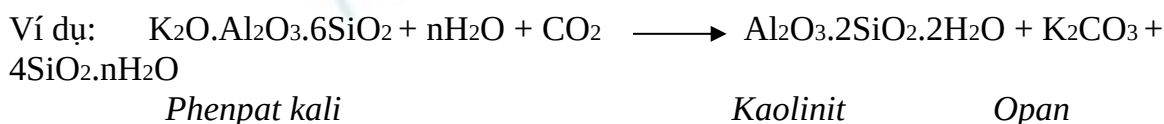
Là quá trình nước tham gia vào mạng lưới tinh thể của khoáng vật, thực chất đây là quá trình nước kết hợp với khoáng vật làm thay đổi thành phần hoá học của khoáng vật.



Quá trình này làm cho thể tích của khoáng vật tăng lên, thành phần hoá học thay đổi độ bền liên kết giảm, tạo điều kiện tốt cho quá trình hoà tan và các phản ứng hoá học khác.

** Quá trình sét hoá:*

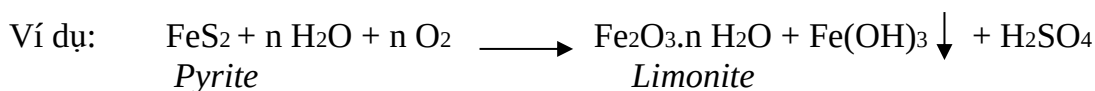
Các khoáng vật silicat, nhôm silicat do tác động của H_2O , CO_2 sẽ bị biến đổi tạo thành các khoáng sét. Các chất kiềm và kiềm thổ trong khoáng vật bị H^+ chiếm chỗ trong mạng lưới tinh thể được tách ra dưới dạng hoà tan. Như vậy thực chất của quá trình sét hoá là các quá trình hoà tan, hydrat hoá chuyển các khoáng vật silicat, nhôm silicat thành các khoáng vật thứ sinh, các muối và oxit.



Quá trình sét hoá rất phổ biến và có tầm quan trọng trong phong hoá hoá học vì phần nhiều các loại khoáng trong đất thuộc nhóm Silicat và Alumin - silicat.

** Quá trình oxy hoá:*

Đa số các khoáng vật dễ bị oxy hoá và phá huỷ nhanh chóng, nhất là các khoáng vật có chứa sắt như Olivin, Ogit, Hoocnoblén, Pyrite, . . . có chứa nhiều Fe^{2+} nên rất dễ tham gia vào quá trình oxy hoá:



Vì lý do trên các loại đá có chứa sắt khi lộ ra ngoài không khí thường hình thành lớp vỏ limonite có màu nâu đỏ rất cứng bảo vệ cho đá ít bị phong hoá tiếp. Đây là loại phong hoá diễn ra mạnh trong khu vực nhiệt đới trong đó có nước ta. Càng lên cao nhiệt độ càng giảm nên cường độ của loại phong hoá này càng giảm đi.

c. Phong hoá sinh học

Sự phá huỷ cơ học và sự biến đổi tính chất hoá học của đá, khoáng dưới tác dụng của sinh vật và những sản phẩm từ hoạt động sống của chúng được gọi là sự phong hoá sinh học.

Trong quá trình sống, sinh vật trao đổi chất với môi trường, đặc biệt là môi trường đất. Sự trao đổi đó đã làm xuất hiện hoặc thay đổi các quá trình hoá học khác. Trong đời sống của mình, sinh vật sử dụng những chất dinh dưỡng khoáng làm thay đổi hàm lượng các chất đó trong đất, đưa vào môi trường những chất mới đặc biệt là những axit: H_2CO_3 , HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , các axit hữu cơ. . . , đó là những lý do làm cho đá và khoáng bị phá huỷ.

*Tác động cơ giới do rễ cây len lỏi vào các kẽ nứt của đá làm đá bị phá huỷ, hiện tượng này thấy rất rõ trên các vách núi đá vôi có cây sinh sống.

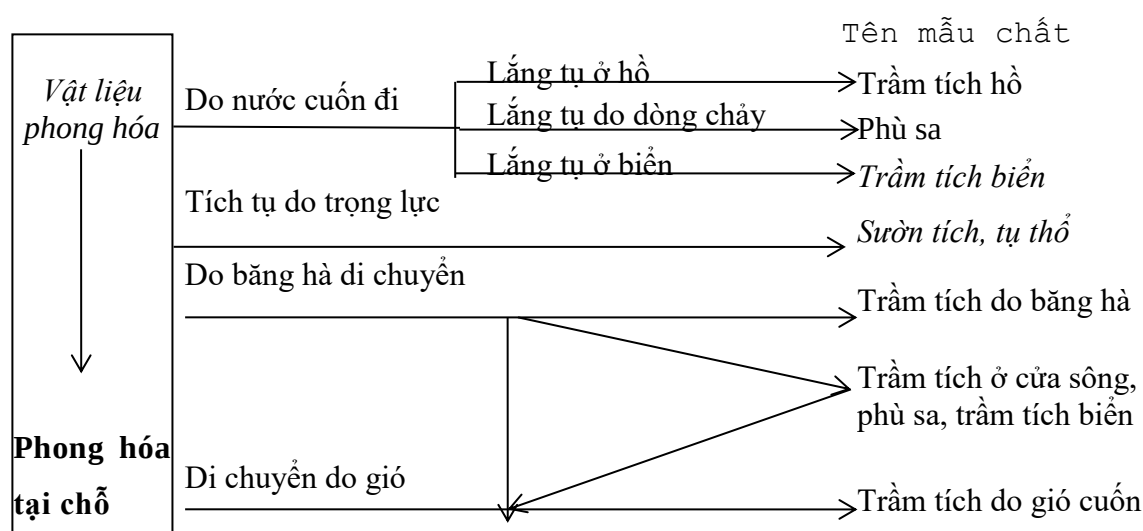
Khi trên trái đất chưa có sinh vật thì đá và khoáng chỉ bị phá huỷ bởi quá trình phong hoá lý học và hoá học. Khi sinh vật xuất hiện trên trái đất, lúc đầu là các vi sinh vật và cuối là thực vật thượng đẳng thì sự phong hoá sinh học trở thành phổ biến và quan trọng, nhất là những vùng nhiệt đới ẩm.

Tóm lại: Tùy theo điều kiện cụ thể mà dạng phong hóa này hay phong hóa kia chiếm ưu thế, nhưng nhìn chung chúng đều có tác dụng xúc tiến lẫn nhau và hỗ trợ nhau để phát triển. Ở Việt Nam các quá trình phong hóa xảy ra mãnh liệt và triệt để vì chịu ảnh hưởng của điều kiện nhiệt đới ẩm. Trong các dạng phong hóa thì phong hóa hóa học chiếm ưu thế.

1.2.2. Quá trình hình thành đất

1.2.2.1. Sự ra đời của các vật liệu đầu tiên trong đất

Cho đến nay thì người ta vẫn chấp nhận thuyết “Big Bang” để giải thích cho sự ra đời của các hành tinh và các ngôi sao trong vũ trụ. Thuyết này cho rằng cách đây hàng tỷ năm, mặt trời phát ra một tiếng nổ lớn, từ tiếng nổ này hàng triệu các mảnh vỡ được bắn ra. Các mảnh vỡ này vừa quay lại vừa bay ra khỏi mặt trời. Trong số hàng triệu mảnh vỡ bay ra có 9 mảnh nhận được lực cân bằng nên quay ổn định trên quỹ đạo của nó, đó là 9 hành tinh quay quanh mặt trời (hiện nay còn 8 hành tinh), trong đó có trái đất. Khi tách ra khỏi mặt trời, trái đất là một khối lửa đỏ. Qua thời gian hàng tỉ năm, trái đất nguội dần và đã được hình thành. Với sự tác động của các yếu tố khí hậu và sinh vật đã bắt đầu vỡ ra, tác động đó được gọi chung là “phong hóa” và từ đó tiến trình phong hóa luôn luôn hiện hữu cho đến ngày nay và vẫn còn tiếp tục. Các mảnh vỡ do phong hóa được gọi chung là “vật liệu phong hóa”. Các vật liệu phong hóa thì không thể đứng yên dưới tác động của các yếu tố khí hậu (mưa, gió...) mà chúng bị mang đi và tích tụ lại một nơi nào đó, thí dụ như: chúng rơi xuống từ trên cao do trọng lực, nước cuốn đi do dòng chảy, gió mang đi,...). Vì tầm quan trọng của các yếu tố di chuyển các vật liệu phong hóa đến đặc tính của đất sau này nên các nhà khoa học dùng chúng để đặt tên cho “mẫu chất” và mẫu chất có thể hình thành đất khi có điều kiện. Chúng ta có các loại mẫu chất như sau:



Hình 1.1: Các yếu tố làm di chuyển vật liệu phong hóa và các mẫu chất tương ứng.

Như kết quả trên cho thấy, đất được hình thành qua hai giai đoạn: (1) sự hình thành mẫu chất và (2) sự hình thành đất. Như vậy, khi mẫu chất bị xáo trộn ở một mức

độ nhất định thì được gọi là đất. Sự xáo trộn này được thể hiện bằng sự phân tầng trong mặt cắt theo chiều dọc của đất (gọi phễu diện đất).

1.2.2.2. Các yếu tố hình thành đất

Yếu tố hình thành đất có thể là một tác chất, lực, điều kiện hoặc mối liên hệ hoặc là sự kết hợp giữa các yếu tố đó lại. Các yếu tố có thể đang tác động hoặc đã tác động đến mẫu chất để hình thành đất. Có thể có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến việc hình thành đất nhưng các nhà nghiên cứu về nguồn gốc chỉ chọn 5 yếu tố đó là: mẫu chất, địa hình, khí hậu, sinh vật và thời gian.

$$\text{Đất} = f(\text{cl, o, r, p, t})$$

Trong đó: cl = khí hậu; o = sinh vật; r = địa hình; p = mẫu chất và t = thời gian.

Một số tác giả đề nghị các yếu tố hình thành đất nhiều hơn là 4 yếu tố. VD Rode (1961) đề nghị 8 yếu tố, trong đó muốn kể thêm yếu tố về con người, trọng lực, nước.

a. Khí hậu

Các yếu tố khí hậu có ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp tới quá trình hình thành đất.

* *Ảnh hưởng trực tiếp*: mưa, nhiệt độ, gió,... đẩy mạnh quá trình phong hóa đá tạo ra mẫu chất. Mưa tạo ra độ ẩm cho đất, tạo ra sự xói mòn và rửa trôi các chất của đất; Năng kéo dài, đất mất nước trở nên khô hạn; Nước còn ảnh hưởng tới màu sắc của đất.

* *Ảnh hưởng gián tiếp*: các điều kiện của khí hậu có tác dụng đẩy mạnh hay kìm hãm sự phát triển của sinh vật. Vì vậy, ở mỗi đới khí hậu khác nhau sẽ có những loại đất đặc thù ở đó.

b. Sinh vật

Sinh vật là yếu tố chủ đạo cho quá trình hình thành đất vì sinh vật cung cấp chất hữu cơ, yếu tố quan trọng nhất để biến mẫu chất thành đất. Đất là môi trường sôi động của sự sống, là địa bàn sinh sống của vi sinh vật, thực vật, động vật.

** Vi sinh vật:*

Một gam đất chứa hàng chục triệu thậm chí hàng tỷ vi sinh vật. Trung bình 1 gam đất của Việt Nam chứa khoảng $60-100 \times 10^6$ vi sinh vật, chúng có vai trò rất lớn đối với quá trình hình thành đất, cụ thể : phân giải, tổng hợp và cung cấp chất hữu cơ cho đất. Tuy nhiên ngoài mặt có lợi vi sinh vật đất còn có một số mặt hại như: Làm mất đạm, thải ra một số khí độc, làm giảm pH đất, gây bệnh cho cây. . .

** Thực vật*

Thực vật đóng vai trò quan trọng trong quá trình hình thành đất. Tuỳ theo thảm thực bì số lượng cũng như chất lượng chất hữu cơ trả lại cho đất khác nhau. Thông thường 1 hecta đất rừng trả lại cho đất 10 tấn cành khô, lá rụng/năm, khoảng 80% lượng chất hữu cơ trong đất có nguồn gốc từ thực vật.

Một số loại thực vật được dùng làm cây chỉ thị cho một số tính chất đất. Ví dụ: Cây sim, mua chỉ thị đất chua; cây sú, vẹt chỉ thị cho đất mặn, cỏ năng chỉ thị đất phèn...

Tóm lại tác dụng của thực vật thể hiện ở các mặt sau:

- + Cung cấp chất hữu cơ, tăng hàm lượng mùn, cải thiện các tính chất lý, hoá và sinh học đất.
- + Tập trung dinh dưỡng ở tầng sâu lên tầng đất mặt.
- + Hút và trả lại cho đất các chất dinh dưỡng phù hợp hơn với thể hệ sau do hút dinh dưỡng có chọn lọc.
- + Che phủ mặt đất, chống xói mòn.

** Động vật:*

Có nhiều loại động vật sinh sống trong đất từ nguyên sinh động vật, giun, dế, kiến, mối đến chuột... Tác dụng của chúng thể hiện qua các mặt sau:

- + Chúng chết đi cung cấp chất hữu cơ cho đất, tuy số lượng ít nhưng có chất lượng cao.
- + Chuyển hoá chất hữu cơ tạo thành các chất dễ tiêu cho cây.
- + Xới xáo làm cho đất tơi xốp. Đại diện như giun đất là "*anh thợ cày*" tích cực, 1

ha đất tốt có bốn phân có thể có tới 2,5 triệu con giun.

c. Địa hình

Địa hình (relief) được định nghĩa là cao độ của mặt đất. Sự liên hệ giữa các thành phần trong đất có thể được đề cập cho một vùng đất đặc thù nào đó chứ nó không thể dùng cho tất cả, vì cường độ và ảnh hưởng của các yếu tố hình thành đất đều khác nhau giữa nơi này và nơi khác. Các đặc tính của đất sau đây có liên quan đến địa hình cho bất

kỳ một vùng nào đó: (a) chiều dày của tầng đất; (b) chiều dày và hàm lượng hữu cơ trong tầng mặt A; (c) ẩm độ tương đối của phẫu diện; (d) màu của phẫu diện đất; (e) mức độ phát triển của các tầng; (f) pH của đất; (g) hàm lượng muối hòa tan; (h) loại và mức độ phát triển của các tầng đế cày (pan); (i) nhiệt độ và (j) đặc tính của mẫu chất.

d. Mẫu chất

Mẫu chất (parent material) được xem là một yếu tố hình thành đất rất quan trọng, trước đây (1800 -1810) các nhà thổ nhưỡng thường dùng thuật ngữ “đất granite” hoặc “đất băng hà” để chỉ nguồn gốc địa chất của nó và thành phần của các vật liệu ban đầu (vật liệu nguyên sinh là - vật liệu phóng thích ra từ đá mà không qua quá trình tái tổng hợp). Nhiều thí nghiệm đã được thực hiện và kết luận rằng mẫu chất là yếu tố quan trọng, nó chi phối mọi yếu tố khác.

Mẫu chất bao gồm nhiều loại đá khác nhau (đá magma, đá biến chất, đá trầm tích). Đá lại gồm nhiều tinh khoáng, các tinh khoáng này có chỉ số phong hóa theo sự thay đổi của thời tiết (weathering sequence) (Theo Jakson và Sherman).

- 1 Nhóm thạch cao (trong đó có thể kể thêm: muối mỏ, nitrate natri).
- 2 Nhóm calcite (kể cả dolomite, aragonite, apatite).
- 3 Nhóm hornblende (trong đó có thể kể: pyroxene, olivine).
- 4 Nhóm biotite.
- 5 Nhóm albite (kể cả anorthite, khiếm tràng, microcline).
- 6 Nhóm thạch anh.
- 7 Nhóm muscovite
- 8 Nhóm vermiculite.
- 9 Nhóm montmorillonite.
- 10 Nhóm kaolinite (halloysite).
- 11 Nhóm gibbsite (boehmite, allophan).
- 12 Nhóm hematite (goethite, limonite).
- 13 Nhóm anatase (zircon, rutile, corindon...)

Đất càng trẻ thì sự liên hệ của nó đến mẫu chất càng nhiều vì các yếu tố khác chưa ảnh hưởng mạnh mẽ đến đất. Khi các tiến trình thổ nhưỡng và phong hóa tác động lên mẫu chất càng nhiều thì ảnh hưởng của mẫu chất càng ít đi. Ở đất phong hóa mạnh và

đất già cỗi thì ảnh hưởng của mẫu chất rất ít. Khi nghiên cứu về mẫu chất thì cần chú ý đến yếu tố nào vẫn còn ảnh hưởng cả về lượng lẫn về loại. Thường thì việc nghiên cứu tác động của mẫu chất rất khó, do tính phức tạp của môi trường trong quá khứ và khó có thể tách ảnh hưởng của mẫu chất ra khỏi ảnh hưởng của những yếu tố khác (tiêu nước, khí hậu, thực vật). Ảnh hưởng của loại đá nơi mà mẫu chất xuất phát có ảnh hưởng quan trọng đến thành phần của đất.

Mẫu chất là trầm tích do băng hà

Trầm tích do băng hà (glacial till) là vật liệu phong hóa mà thành phần của chúng đã trải qua thời kỳ băng hà. Các vật liệu phong hóa do băng hà mang đi và trầm tích tại nơi nào đó khi băng tan, thí dụ như ở Bắc Mỹ sa cẩu có thành phần là loam (đất pha) (loam là loại sa cẩu đất có phần trầm cát, thịt và sét gần bằng nhau) chiếm ưu thế vì băng hà đã hình thành trên các vùng đá vôi và đá phiến sét (shale). Trong khi đó ở một số nơi khác như Bắc Âu, Anh Quốc và phía Bắc nước Mỹ các trầm tích do băng hà có thành phần là thịt pha cát vì băng hà đã thành lập trên vùng đá thô hạt và đá granite để cho ra đất có thành phần cơ giới thô, nhiều thạch anh, trầm tích nhiều silica và chua. Sét illite (hoặc mica có kích thước bằng với kích thước của sét) là thành phần khoáng sét chính trong trầm tích, bên cạnh illite còn có một lượng đáng kể (từ trung bình đến nhiều) montmorillonite và một lượng ít kaolinite, vermiculite và chlorite. Nếu trầm tích do băng hà xuất phát từ các vật liệu đá vôi và đá phiến sét, có thể khoáng sét montmorillonite là khoáng sét chủ yếu, có pH và độ bão hòa base. Chúng ít chịu ảnh hưởng của tiến trình thổ nhưỡng vì trầm tích lắng tụ trên các địa mạo trẻ, khí hậu thay đổi không lớn. Nếu trầm tích do băng hà xuất phát từ đá thô hạt và đá granite thì pH và độ bão hòa base thấp.

Mẫu chất là trầm tích do gió cuốn tạo nên

Mẫu chất là trầm tích do gió cuốn tạo nên (loess) được hình thành do gió mang tới từ các đồng bằng ngập có băng hà trước đó. Ở đồng bằng Moscow, thành phần thịt trong đất có được là từ loess có thể do dòng nước mang lại. Đây là một mẫu chất quan trọng và có rất nhiều ở Trung, Tây, và Bắc Mỹ và ở Tây Âu. Trước khi mẫu chất này bị thay đổi do phong hóa, nó có chứa một lượng lớn thịt, khoảng 10 - 20% sét (lượng sét thay đổi tùy vào khoảng cách từ nơi xuất phát của mẫu chất này được thổi đi), có lượng khoáng dễ bị phong hóa cao, độ bão hòa base cao hoặc kiềm, thành phần khoáng chủ yếu là montmorillonite, có lượng illite thay đổi và có thể có một ít vermiculite. Khi mẫu

chất này hiện diện trên các địa mạo trẻ có khi hậu êm dịu, mẫu chất này bị phong hóa tương đối ít. Kết quả là đất được hình thành trên mẫu chất này thì giàu thịt, độ màu mỡ cao và thường có thành phần vật lý rất tốt như tính thấm nước, độ xốp cao, nhưng cấu trúc thường phát triển kém và phụ thuộc vào sự hiện diện của sét.

Mẫu chất là trầm tích đồng bằng ven biển

Trầm tích đồng bằng ven biển là mẫu chất rất quan trọng của nhiều vùng ven biển. Mẫu chất này hầu hết là có nguồn gốc từ biển (marine), ở cao độ thấp gần bờ biển. Ở khu vực sâu trong đất liền thì thường có nguồn gốc sông (alluvial) hoặc cả hai sông và biển cho các đồng bằng trẻ và có cả sùen tích (colluvial) thí dụ như Đồng Bằng Sông Cửu Long. Nhìn chung thì các trầm tích này là các trầm tích thứ sinh (vì nó trải qua một lần trầm tích), xuất phát từ các địa mạo cao và lâu đời. Chúng thường xuất hiện ở các vùng có lượng mưa và nhiệt độ cao. Do vậy, các vật liệu khởi đầu này thường chua, có lượng khoáng dễ phong hóa từ thấp đến trung bình, sa cấu rất thay đổi từ cát tới sét tùy vào các môi trường trầm tích khác nhau. Mẫu chất này thường giàu kaolinite, chua và chất dinh dưỡng thấp. Các mẫu chất xuất phát từ biển có hàm lượng sét cao, trong đó chủ yếu là montmorillonite (nếu là trầm tích cửa sông). Các mẫu chất có từ các bãi biển hoặc từ giồng thường có thành phần cơ giới thô (cát) và chua.

Mẫu chất là trầm tích cổ từ đá vôi và dolomite

Trầm tích cổ từ đá vôi và dolomite chứa trên 50% là carbonate, trong đá này có một lượng cân bằng giữa thịt và sét. Đất được hình thành từ các vật liệu cổ từ sự hòa tan của carbonate trong suốt thời gian phong hóa. Do đó đất được hình thành sẽ phụ thuộc vào mức độ không tinh khiết của đá vôi. Nếu đá vôi bị lẫn nhiều sét sẽ cho ta một loại đất có tính thấm rất kém vì đất khá chặt, có pH và độ bão hòa base cao. Nếu đá vôi có lẫn nhiều cát và chert (các hạt silic kết tinh hoặc vô định hình) sẽ cho ra đất loam thô, nhiều sỏi, chua, có base thấp. Nếu trong đá vôi có nhiều sắt như là hematite sẽ cho ra đất đỏ, có pH chua ở vùng đất có khí hậu ẩm.

Mẫu chất từ đá thô hạt

Mẫu chất từ đá thô hạt (sand stone) chứa trên 50% hạt ở cấp hạt của cát, chủ yếu là thạch anh. Chất kết dính các hạt này thành đá là silica, sắt và carbonate. Cùng với các chất lẫn khác, mẫu chất này có ảnh hưởng lớn đến đất được hình thành. Đất có thành phần cơ giới thô đặc biệt là tầng mặt, có tính thấm nước cao, base thấp, chất dinh dưỡng và pH thấp. Tùy theo chất kết dính là chất gì trong đá cát mà nó cho ra các loại đất khác