

TỦ SÁCH KHUYẾN NÔNG PHỤC VỤ NGƯỜI LAO ĐỘNG

# Hướng dẫn sử dụng đất đai theo nông nghiệp bền vững



NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG

**TỦ SÁCH KHUYẾN NÔNG PHỤC VỤ NGƯỜI LAO ĐỘNG**  
**CHU THỊ THƠM, PHAN THỊ LÀI, NGUYỄN VĂN TÓ**  
(Biên soạn)

# **HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐẤT ĐAI THEO NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG**

**NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG**  
**HÀ NỘI-2006**

## LỜI NÓI ĐẦU

*Hiện nay, một nền nông nghiệp bảo đảm được hiệu quả cao và lâu bền, không làm cạn kiệt tài nguyên, suy thoái và huỷ hoại môi trường, không tạo ra khoảng cách lớn giữa người giàu và người nghèo, không làm biến cùng hoá nông dân là khái niệm về một nền nông nghiệp bền vững.*

*Vấn đề nông nghiệp bền vững ở nông thôn nước ta hiện nay đã được đặt ra và có một số triển khai nhất định, chẳng hạn như việc phát triển hệ sinh thái VAC, chương trình dùng phân vi sinh, quản lý tổng hợp sâu bệnh, trồng khoanh và nuôi rừng, xử lý nước và rác thải. Tuy nhiên, nhiều vấn đề tồn tại về ô nhiễm môi trường, lạm dụng thuốc trừ sâu, thuốc bảo vệ thực vật vẫn còn là vấn đề nhức nhối ở nhiều nơi, ảnh hưởng đến sức khoẻ của người nông dân và sức khoẻ cộng đồng.*

*Một trong những vấn đề về nông nghiệp bền vững là việc khai thác và sử dụng hợp lý đất đai, tránh các chất thải và ô nhiễm nước ngầm xuống đất, tránh các hoá chất thuốc trừ sâu sử dụng và thấm thấu xuống đất quá ngưỡng cho phép, đây cũng là vấn đề cần quan tâm khi xây dựng một nền nông nghiệp sinh thái bền vững.*

*Cuốn "Hướng dẫn sử dụng đất đai theo nông nghiệp bền vững" trình bày các vấn đề chung về nông nghiệp bền vững, đưa ra các giải pháp khi sử dụng và khai thác đất đai, giúp cho nhà nông những kiến thức cần thiết để bảo vệ chính môi trường mà họ đang sống, đảm bảo sức khỏe, không làm kiệt quệ đất và trồng trọt mang lại hiệu quả kinh tế cao.*

**CÁC TÁC GIẢ**

# I. MÔI TRƯỜNG VÀ SINH THÁI HỌC

## 1. Khái niệm

Môi trường của một vật thể hay sự kiện, theo nghĩa chung nhất là tổng hợp tất cả các thành phần của thế giới vật chất bao quanh, tác động trực tiếp hay gián tiếp tới sự tồn tại và phát triển của vật thể hay sự kiện đó. Bất cứ một vật thể hay một sự kiện nào cũng tồn tại và diễn biến trong một môi trường nhất định và nó luôn luôn chịu tác động của các yếu tố môi trường đó.

Có thể nói môi trường là một phần của ngoại cảnh, bao gồm các hiện tượng và các thực thể của tự nhiên... mà ở đó cá thể, quần thể, loài... có quan hệ trực tiếp hoặc gián tiếp bằng các phản ứng thích nghi của mình. Từ khái niệm này có thể phân biệt được đâu là môi trường của loài này, đâu là môi trường của loài khác.

Môi trường vô sinh và môi trường hữu sinh. Cũng có thể chia môi trường tự nhiên thành môi trường vô sinh và môi trường hữu sinh. Môi trường vô sinh bao gồm những yếu tố không sống, như là các yếu tố vật lý, hóa học của đất, nước, không khí... Môi trường hữu sinh bao gồm các thực thể sống như là các loài động vật, thực vật và các vi sinh vật. Danh từ

"môi sinh" thực sự phản ánh bản chất của môi trường loại này.

Ngoài ra, theo các thành phần tự nhiên có thể phân thành môi trường đất, môi trường nước và môi trường không khí. Những cách phân loại như trên hoặc sâu hơn nữa chỉ là tương đối, tùy theo mục đích của nghiên cứu trong mỗi một lĩnh vực cụ thể nào đó.

Đối với con người thì môi trường chứa đựng nội dung rộng hơn. Theo định nghĩa của UNESCO (1981): *môi trường sống của con người bao gồm toàn bộ các hệ thống tự nhiên và các hệ thống do con người tạo ra, những cái hữu hình (như các thành phố, các hồ chứa...) và những cái vô hình (như tập quán, nghệ thuật...), trong đó con người sống và bằng lao động của mình, họ khai thác các tài nguyên thiên nhiên và nhân tạo nhằm thoả mãn nhu cầu của mình*". Như vậy, môi trường sống của con người không chỉ là nơi tồn tại, sinh trưởng và phát triển cho một thực thể sinh vật là con người, mà còn là *"khung cảnh của cuộc sống, của lao động và sự nghỉ ngơi của con người"*.

Con người trên trái đất từ khi sơ khai cho đến nay luôn sống trong cộng đồng xã hội có tổ chức chặt chẽ và phát triển ngày càng cao hơn. Vì thế, con người sống trong môi trường không chỉ chịu tác động của các điều kiện tự nhiên mà của cả các điều kiện xã hội do đó môi trường sống của con người bao gồm môi trường tự nhiên và môi trường xã hội.

Mở rộng hơn, nó còn bao gồm thêm cả môi trường nhân tạo do con người tạo ra bằng các kỹ thuật của mình.

- *Môi trường tự nhiên* biểu thị thế giới vật chất bao quanh con người; thông qua các yếu tố vật lý hoá học, sinh học, tác động tới con người.

- *Môi trường xã hội* là tổng hợp các mối quan hệ xã hội có tổ chức của con người, trong đó mỗi con người là thành viên của cộng đồng, chịu sự chi phối và tác động của các điều kiện xã hội đó. Trong thực tế, mỗi con người luôn chịu tác động mạnh mẽ của các yếu tố tự nhiên và xã hội và chỉ có thể tồn tại và phát triển tốt nếu hoà đồng được trong các điều kiện đó.

- *Môi trường nhân tạo* bao gồm tất cả những nhân tố vật lý, hoá học, sinh học... do con người tạo nên phù hợp với mong muốn và chịu sự chi phối của con người. Nếu xã hội càng phát triển hiện đại, thì tác động của các yếu tố của môi trường nhân tạo tới đời sống con người sẽ ngày càng tăng lên.

Sự tồn tại và phát triển của con người luôn phụ thuộc vào "*chất lượng của môi trường sống*". Quá trình phát triển kinh tế xã hội của con người ngày nay luôn có các tác động tích cực và tiêu cực tới chất lượng của môi trường sống. Tác động tiêu cực, thí dụ như gây ô nhiễm môi trường đã và đang làm suy giảm nhanh chóng chất lượng môi trường sống của con người, là điều lo ngại và đáng quan tâm nhất của nhân loại ngày nay.

Để con người trên trái đất tồn tại và phát triển một cách bền vững, môi trường sống của con người cần phải được bảo vệ. Nếu chất lượng của môi trường sống giảm sút con người sẽ bị ảnh hưởng ngay và nếu chất lượng của môi trường sống giảm đến một mức độ nguy hiểm thì có thể dẫn đến các hiểm họa không thể lường được mà các thế hệ con cháu mai sau sẽ phải gánh chịu. Vì thế, việc bảo vệ môi trường sống luôn là vấn đề quan trọng và cấp thiết.

## 2. Các thành phần của môi trường

Về phương diện vật lý thì môi trường tự nhiên trên trái đất gồm ba quyển là khí quyển, thủy quyển, thạch quyển. Cả ba "quyển" này đều cấu thành bởi các *thành phần vô sinh* (không sống) và chứa đựng năng lượng dưới các dạng khác nhau: thế năng, quang năng, hoá năng, điện năng...

Xem xét về phương diện sinh học, môi trường của trái đất còn thêm một thành phần nữa là sinh quyển. Đó là *thành phần hữu sinh* (có sự sống), là thế giới sinh vật nằm trong khí quyển, thạch quyển, thủy quyển và chúng cũng luôn tác động lên bất kỳ một sự vật hay sự kiện nào trong môi trường.

### a. Khí quyển

Khí quyển là lớp vỏ khí bao quanh trái đất được cấu tạo bởi nhiều hợp chất khác nhau. Đây là môi trường để truyền bức xạ mặt trời vào trái đất như bức xạ hồng ngoại, tử ngoại, tia rơnghen và tia gamma. Thành phần chủ yếu của khí quyển ở gần bề mặt trái

đất: nitơ (chiếm khoảng 78%), ôxy (khoảng 20,9%), cacbonic (khoảng 0,03%), hơi nước và một số khí khác như heli, argon, bụi.

Cấu trúc của khí quyển có thể chia làm hai phần, trong đó phần trong của khí quyển gồm các tầng đối lưu, tầng bình lưu, tầng trung gian và tầng ion, còn phần ngoài là tầng điện ly.

*Khí quyển đóng vai trò quan trọng trong việc giữ cân bằng nhiệt của trái đất thông qua quá trình hấp thụ tia tử ngoại phát xạ từ mặt trời đến và phản xạ tia nhiệt từ mặt đất lên.*

Nó là nguồn cung cấp  $O_2$ ,  $CO_2$ , cần thiết cho sự sống trên trái đất, cung cấp nitơ cho quá trình cố định đạm ở thực vật. Hơn thế nữa, khí quyển còn là môi trường để vận chuyển nước từ đại dương vào đất liền tham gia vào chu trình thủy văn.

Hiện nay chất lượng của khí quyển ngày càng bị tác động theo chiều hướng xấu đi do các hoạt động của con người, đặc biệt là tác động của các khí thải công nghiệp gây nên tình trạng ô nhiễm không khí, hiệu ứng nhà kính cũng như hiện tượng lỗ thủng tầng ôzon ngày càng lan rộng... đe dọa cuộc sống của con người.

### ***b. Thủy quyển***

Bao gồm tất cả các dạng nước có trên trái đất như nước mặt trong các đại dương, biển, các sông, hồ trên mặt đất, băng tuyết trên mặt đất và ở hai cực của trái đất mà cả nước ngầm trong các lớp tầng đất dưới

sâu. Thủy quyển có khối lượng ước tính vào khoảng 0,03% tổng khối lượng trái đất.

Thủy quyển là một thành phần vô cùng quan trọng của môi trường, nước là một yếu tố không thể thiếu đối với sự sống của mọi sinh vật trên trái đất và cho việc duy trì và phát triển của mọi hệ sinh thái. Thủy quyển cũng là nơi tàng trữ nhiều nguồn tài nguyên sinh thái vô cùng phong phú, rất cần cho sự phát triển của con người.

Trong thủy quyển thì nước trong các sông hồ và nước ngầm là gần gũi nhất đối với sự sử dụng của con người. So với lượng nước trong toàn bộ thủy quyển, lượng nước này chỉ là một phần rất nhỏ, nhưng cực kỳ quan trọng, đòi hỏi chúng ta phải biết khai thác và sử dụng thật hợp lý và hiệu quả nhất. Hiện nay con người trong khai thác và sử dụng nguồn nước còn chưa quan tâm đúng mức tới việc bảo vệ nguồn nước khiến cho nguồn nước của nhiều sông, hồ đang trong tình trạng suy thoái và bị ô nhiễm ngày càng nghiêm trọng, đe dọa sự phát triển lâu bền của nhân loại.

### **c. Thạch quyển**

Thạch quyển là lớp vỏ rắn ngoài của trái đất có chiều sâu từ 0 đến 100 km. Thành phần của thạch quyển trên mặt là các lớp đất - sản phẩm phong hoá của các lớp đá trên bề mặt qua hàng ngàn năm - và các lớp khoáng vật dưới sâu.

Trong thạch quyển: đất là thành phần quan trọng nhất, bao gồm các chất khoáng, chất hữu cơ, không

khí, nước và cả các vi sinh vật. Trong quá trình phát triển của mình, con người đã khai thác tài nguyên đất và các tài nguyên khoáng sản trong thạch quyển và thải ra nhiều chất thải rắn: chất thải lỏng độc hại làm ô nhiễm đất.

#### ***d. Sinh quyển***

Sinh quyển là phần của trái đất trong đó có sự sống tồn tại, bao gồm một phần của thạch quyển có độ sâu khoảng 3m kể từ mặt đất, thủy quyển và phần khí quyển tới độ cao 10m trên giới hạn của thực vật.

Về phương diện vật lý, sinh quyển là một lớp vỏ tương đối mỏng và không hoàn chỉnh, phủ kín hầu hết thế giới, trên đó chứa đựng các cộng đồng sinh vật khác nhau từ đơn giản đến phức tạp, từ nước đến đất cạn, từ vùng nhiệt đới tới các vùng cực, ngoại trừ những vùng khắc nghiệt của các cực, những dãy núi cao nhất, những hố sâu nhất của đại dương, những miền sa mạc khắc nghiệt nhất, hay những vùng đất và nước bị ô nhiễm nặng nề.

Khác với khí quyển, thạch quyển và thủy quyển, sinh quyển không có giới hạn rõ rệt vì nó nằm trong cả ba thành phần môi trường kể trên và không hoàn toàn liên tục, vì sự sống chỉ tồn tại và phát triển trong những điều kiện nhất định. Vùng sinh quyển nơi sự sản xuất sinh học diễn ra mạnh mẽ dưới dạng quang hợp thì lại hẹp hơn nhiều và thay đổi từ một vài cm đến trên 100m. Thí dụ như trong nước có độ đục lớn thì lớp này không dày lắm, ngược lại ở vùng

nước đại dương trong suốt thì lớp này có thể dày tới hơn 100m.

Nói chung, *sinh quyển là một hệ sinh hoá có khả năng thu nhận, chuyển hóa, tồn trữ và sử dụng năng lượng mặt trời*. Qua hoạt động của các sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ và sinh vật phân huỷ mà quá trình chu chuyển vật chất từ dạng này sang dạng khác cần cho sự sống không ngừng thực hiện, làm cho sinh quyển phát triển thành một hệ có khả năng tự điều chỉnh với những sự cân bằng và kiểm soát sinh thái trong các thành phần khác nhau của nó.

Sinh quyển, ngoài chứa các vật chất và năng lượng nó còn chứa các thông tin sinh học với tác dụng duy trì cấu trúc và cơ chế tồn tại và phát triển của các sinh vật sống. Dạng thông tin phức tạp và phát triển cao nhất là trí tuệ con người.

### **3. Yếu tố môi trường**

Yếu tố môi trường là những yếu tố biểu thị các đặc tính của môi trường, thí dụ như ánh sáng, nhiệt độ, thức ăn, bệnh tật... Thông qua giá trị các yếu tố môi trường có thể biết được chất lượng của môi trường sống xung quanh ta, như chất lượng không khí, chất lượng nước, chất lượng đất...

Đối với một cá thể con người cũng như đối với cộng đồng nhiều người và cả xã hội loài người, vai trò của môi trường đối với con người thể hiện qua ba chức năng của môi trường như sau:

Môi trường là không gian sống của con người.

Môi trường là nơi cung cấp nguồn tài nguyên cần thiết cho con người.

Môi trường là nơi chứa đựng các chất phế thải do con người tạo ra trong quá trình sống và phát triển kinh tế, xã hội.

### *a. Môi trường là không gian sống của con người*

Môi trường trước hết là không gian sống của con người. Để sinh sống, con người cần có một phạm vi không gian nhất định biểu thị bằng độ lớn của vùng sinh sống và một chất lượng môi trường nhất định. Trong mỗi vùng nhất định, độ lớn không gian sống của con người biểu thị qua giá trị bình quân, diện tích đất tính theo một đầu người trong vùng, hay biểu thị gián tiếp qua mật độ dân cư (số dân sống trên  $1 \text{ km}^2$ ).

Trái đất, không gian sống của toàn thể nhân loại có độ lớn xác định và gần như không thay đổi qua hàng triệu năm, nhưng dân số loài người trên trái đất lại tăng lên không ngừng, từ 1/8 triệu cách đây 1 triệu năm, đã tăng đến 200 triệu vào năm đầu tiên của công nguyên, đến hết năm 1999 đã đạt 6 tỷ, và dự kiến đến năm 2010 sẽ đạt tới 7 tỷ người. Do vậy, không gian sống của con người cứ thu hẹp dần. Với tổng diện tích trái đất là 15 tỷ ha vào năm đầu công nguyên, bình quân mỗi người có thể sử dụng 75 ha thì nay chỉ còn 3 ha và tới năm 2010 chỉ còn 1,875 ha. Sự hạn chế của không gian sống còn bị sự phân bố không đều của dân cư làm cho thêm căng thẳng. Tại

các vùng đô thị, khu công nghiệp tập trung đông dân cư thì không gian sống của con người bị thu hẹp rất nhiều, thậm chí chỉ bằng một phần trăm hoặc một phần ngàn của trị số trung bình trên trái đất.

Con người đòi hỏi không gian sống không chỉ cần có phạm vi rộng mà còn cần có cả chất lượng môi trường sống tốt lành. Không gian sống có chất lượng cao trước hết phải sạch sẽ, tinh khiết, ít chứa các chất độc hại tới sức khoẻ của con người. Không gian sống cũng phải đẹp đẽ, thỏa mãn các yêu cầu về tâm lý, thẩm mỹ của con người. Tuy nhiên, cũng phải thấy rằng trong tiến trình phát triển, nhất là trong thế kỷ gần đây nhất, sự phát triển của khoa học kỹ thuật một mặt tạo ra khả năng cải tạo là nâng cao chất lượng môi trường sống, nhưng sự phát triển tới một mức độ nhất định thì chính nó lại có thể nảy sinh các biểu hiện làm suy giảm chất lượng của môi trường mà điển hình là gây nên tình trạng ô nhiễm môi trường, xâm phạm và phá hoại cảnh quan vốn có của môi trường tự nhiên.

### ***b. Môi trường là nơi cung cấp tài nguyên thiên nhiên cho con người***

Con người để tồn tại và phát triển phải sử dụng các tài nguyên thiên nhiên, tài nguyên sinh học, các nguồn năng lượng, tất cả đều lấy từ môi trường.

Tất cả các nền sản xuất của con người, từ săn bắt, hái lượm, qua nông nghiệp, đến công nghiệp đều phải sử dụng các nguồn nguyên liệu như đất, nước, không

khí, khoáng sản và các dạng năng lượng củi, gỗ, than đá, dầu, khí, nắng, gió, nước... bắt nguồn từ năng lượng mặt trời.

Theo sự phát triển của nhân loại, yêu cầu sử dụng các nguồn tài nguyên ngày càng tăng và điều đó dẫn đến các nguồn tài nguyên, nhất là các tài nguyên không tái tạo như các khoáng sản càng ngày càng ít dần đi và một số tài nguyên có nguy cơ cạn kiệt. Đó là một nguy cơ và cũng là một thách thức đặt ra cho nhân loại cần phải khai thác và sử dụng các tài nguyên như thế nào để đảm bảo sự bền vững cho chính chúng ta và cho các thế hệ con cháu trong tương lai.

***c. Môi trường là nơi chứa đựng các chất phế thải do con người tạo nên***

Quan hệ giữa con người và môi trường được thể hiện thông qua hai hệ thống luôn tồn tại song song, đó là hệ thống kinh tế xã hội và hệ thống môi trường. Hệ thống kinh tế xã hội là hệ thống trong đó diễn ra các hoạt động sinh sống và phát triển kinh tế của con người, qua đó con người sử dụng tài nguyên tự nhiên để tạo ra các sản phẩm vật chất đáp ứng yêu cầu của con người.

Nói chung, hệ môi trường tự nhiên cung cấp các tài nguyên cần thiết cho hệ kinh tế xã hội, đồng thời nó cũng tiếp nhận các chất thải của các hoạt động phát triển trong hệ kinh tế xã hội tạo ra. Tất cả những hoạt động phát triển nào tạo ra nhiều chất thải độc hại, các chất mà phế thải không được xử lý, tái chế

hoặc sử dụng trở lại thì được coi là những hoạt động gây ô nhiễm môi trường.

Ngày nay trong hoạt động kinh tế, con người nếu chỉ chú trọng chạy theo phát triển sản xuất, gia tăng lợi nhuận, khai thác cạn kiệt các nguồn tài nguyên, trút bừa bãi các loại phế thải vào trong môi trường sẽ khiến cho chất lượng môi trường sống càng ngày càng giảm sút và sẽ ảnh hưởng ngược lại tới sự phát triển của con người. Con đường đúng đắn nhất của nhân loại là hướng tới một sự phát triển bền vững bằng việc khai thác và sử dụng hợp lý các nguồn tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ chúng để có thể sử dụng lâu dài, tái chế và sử dụng lại các chất thải, kiểm soát và hạn chế ô nhiễm môi trường...

Trong quá trình sống, con người đã luôn nghiên cứu để khai thác các tài nguyên của môi trường phục vụ cho sự phát triển của con người. Thí dụ như con người tìm mọi cách để khai thác tối đa các nguồn tài nguyên thiên nhiên. Con người đã nghiên cứu và xây dựng những ngôi nhà ở tốt nhất để ở và nghỉ ngơi. Bên cạnh các vấn đề khai thác và sử dụng tài nguyên môi trường, vấn đề quản lý môi trường phải được đặt ra vì nếu chỉ biết khai thác, tận dụng một chiều các tài nguyên có trong môi trường mà không biết quản lý, bảo dưỡng, sửa chữa những hư hỏng, sự cố, thì tất sẽ dẫn đến thời điểm môi trường bị hủy diệt, tài nguyên thiên nhiên sẽ bị cạn kiệt và lúc đó con người sẽ lâm vào hoàn cảnh khó khăn khi phải đối mặt tới các nguy cơ khủng hoảng môi trường.

#### 4. Khái niệm về sinh thái

Con người cũng như các sinh vật không thể sống tách khỏi môi trường. Tuy nhiên, con người khác các sinh vật khác là bằng kỹ thuật, con người ngày nay có khả năng thay đổi các điều kiện môi trường cho phù hợp với mục đích riêng của mình. Tuy nhiên, các mối hiểm họa thiên tai bão, lũ, hạn hán, dịch bệnh, ô nhiễm môi trường đang thường xuyên xảy ra, luôn nhắc nhở con người không nên cho rằng mình có một sức mạnh vô song tự cho phép mình làm biến đổi quá lớn các điều kiện môi trường vì như thế có khi phạm những sai lầm.

Trong quá khứ, đã có những sai lầm của con người tại những nơi nhất định dẫn đến những cuộc khủng hoảng sinh thái. Thí dụ đã có những thung lũng phần vĩnh từ cổ xưa bị biến thành hoang mạc do bị xói mòn và mặn hoá do hệ thống tưới tiêu bố trí không hợp lý, hoặc do khai thác quá mức rừng nhiệt đới của con người... Khủng hoảng sinh thái là một bài học của quá khứ không thể lãng quên và con người ngày nay phải biết phòng tránh nó một cách khôn ngoan nhất mà vẫn duy trì, đạt được sự phát triển như mong muốn.

Sinh thái học là khoa học cơ sở cho công tác bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và môi trường. Nó là một ngành khoa học trẻ, mặc dù ngay từ thời đại của Aristote và các triết gia cổ Hi Lạp đã có những dẫn liệu bao hàm ý nghĩa sinh thái, nhưng lúc đó sinh

thái học chưa phải là ngành khoa học độc lập vì chưa có đối tượng riêng, nhiệm vụ riêng.

Thuật ngữ sinh thái học do nhà bác học người Đức Ernst Heckel nêu lên năm 1866 và dùng nó để biểu thị khoa học về mối quan hệ tương hỗ giữa sinh vật và môi trường. Vào những năm 40 của thế kỷ 20, các nhà sinh thái học bắt đầu nhận thức rằng quần xã sinh vật và môi trường không thể chỉ quan hệ tương hỗ với nhau mà chúng còn tạo thành một đơn vị thống nhất là *hệ sinh thái*. Hệ sinh thái là đơn vị cơ sở của tự nhiên, được mô tả như một thực thể xác định chính xác trong không gian là thời gian. Nó bao gồm không chỉ các sinh vật sống trong đó mà cả các điều kiện tự nhiên (khí hậu, đất, nước...) cũng như tất cả các mối tương tác giữa các sinh vật với nhau và giữa các sinh vật với điều kiện môi trường.

## 5. Các yếu tố sinh thái

Các yếu tố môi trường khi tác động lên đời sống một sinh vật cụ thể gọi là yếu tố sinh thái. Các yếu tố sinh thái tác động tới sinh vật thông qua một số đặc trưng như bản chất của nhân tố tác động, cường độ tác động, tần số tác động và thời gian tác động của yếu tố đó tới sinh vật. Các yếu tố sinh thái có thể chia thành hai loại: các yếu tố sinh thái vô sinh và các yếu tố sinh thái hữu sinh.

Yếu tố sinh thái vô sinh là các yếu tố của môi trường vô sinh tác động lên các sinh vật như nhiệt độ ánh sáng, nước, độ ẩm, các chất khí, các chất khoáng...

Yếu tố sinh thái hữu sinh là các yếu tố tác động tới một sinh vật của các sinh vật khác hay nói cách khác của môi trường hữu sinh bao quanh sinh vật đó.

## 6. Tác động của con người lên hệ sinh thái

Có hai hướng tác động chủ yếu tới sự cân bằng của hệ sinh thái là các tác động từ bên ngoài vào hệ sinh thái như các thiên tai (núi lửa, động đất, bão, lũ, hạn hán...) và tác động liên tục của hoạt động sống của con người. Các tác động này làm ảnh hưởng xấu tới sự phát triển của hệ sinh thái, hoặc làm hệ sinh thái bị tổn thương và mất cân bằng.

Con người trong quá trình sinh sống và phát triển, cần khai thác các tài nguyên của môi trường. Các tác động đó thường gây các ảnh hưởng chủ yếu và làm cho hệ sinh thái bị đơn giản đi, khiến cho hệ sinh thái bị mất dần tính ổn định.

Các tác động của con người tới hệ sinh thái biểu thị qua một số khía cạnh sau:

*Con người làm thay đổi các nhân tố lý hoá học của các thành phần môi trường qua đó ảnh hưởng tới hệ sinh thái*

\* Con người gây ô nhiễm không khí, nước, đất thông qua hoạt động sản xuất, sinh hoạt... Thí dụ như tạo các thay đổi về nhiệt độ, ánh sáng, âm thanh, bức xạ, những thay đổi thành phần và tính chất hoá học của môi trường qua đó làm biến đổi hoặc phá huỷ cân bằng sinh thái.

\* Con người làm cạn kiệt tài nguyên do sử dụng quá ngưỡng hồi phục đối với các tài nguyên tái tạo hoặc khai thác quá mức, sử dụng lãng phí đối với các tài nguyên không tái tạo.

*Con người làm giản hoá hệ sinh thái tự nhiên thông qua các hoạt động phát triển của mình*

Một trong những tác động sinh thái chủ yếu của con người lên tính ổn định của hệ sinh thái là làm cho các hệ sinh thái bị đơn giản hóa. Thí dụ như việc phá các khu rừng nguyên sinh để biến thành các khu vực canh tác nông nghiệp của con người. Hoạt động này của con người vì mục đích cung cấp lương thực cho cuộc sống của mình, đã thay thế một hệ sinh thái bền vững (đa dạng sinh học cao với hàng ngàn loài động thực vật khác nhau, thích ứng cao với các điều kiện môi trường), bằng một hệ sinh thái nông nghiệp nghèo nàn về số loài và rất yếu ớt trước các tác động mạnh của thiên nhiên, rất dễ bị phá hoại do sâu bệnh, mưa úng, hạn hán, gió rét và các loại hình thời tiết khác... Các hoạt động đó đã làm giảm tính ổn định của hệ sinh thái và rất dễ dẫn đến sự mất cân bằng khi có các tác động xấu từ thiên nhiên tác động vào.

Trong lĩnh vực thủy lợi, khi chúng ta xây một hồ chứa nước thì hệ sinh thái cũ của vùng lòng hồ sẽ bị tiêu diệt và một hệ sinh thái nước sẽ được hình thành và dần dần phát triển... Các công trình thủy lợi cũng chiếm nhiều đất đai và việc xây dựng công trình làm thay đổi hoặc ảnh hưởng nhiều đến hệ sinh thái của

một khu vực rộng lớn. Hoạt động của các công trình như hồ chứa làm biến đổi điều kiện môi trường nước, đất và qua đó ảnh hưởng tới các sinh vật sống trong khu vực dự án và cả vùng hạ lưu hồ...

Nhiệm vụ của con người hiện nay là trong quá trình phát triển khai thác các tài nguyên tự nhiên vẫn bảo vệ tính đa dạng sinh học, bảo vệ sự cân bằng và ổn định của hệ sinh thái tự nhiên.

*\* Con người làm thay đổi các nhân tố sinh vật của hệ sinh thái*

Các hoạt động của con người có thể làm thay đổi các nhân tố sinh vật của hệ sinh thái như:

- Con người đem các vật cạnh tranh mới vào hệ sinh thái thông qua việc trồng trọt chăn nuôi đã ảnh hưởng đến cân bằng của hệ sinh thái, hoặc có khi việc đó làm hạn chế sự phát triển và mất đi các giống loài truyền thống của địa phương.

- Con người tiêu diệt hoặc đưa thêm vào hệ sinh thái các thú ăn thịt làm thay đổi mạng lưới thức ăn, làm mất cân bằng sinh thái. Việc đưa giống ốc bươu vàng vào đồng ruộng Việt Nam trong thập kỷ qua đến nay đã trở thành một hiểm họa của nông nghiệp chưa thể diệt trừ nổi cũng là một thí dụ tiêu biểu về vấn đề này.

- Con người thông qua hoạt động đi lại, buôn bán, trao đổi đã đem các vi trùng sinh bệnh từ bên ngoài vào hệ sinh thái, làm lây lan bệnh tật ảnh hưởng rất lớn đến hệ sinh thái một nơi nào đó.

## II. MÔI TRƯỜNG SINH THÁI VÀ NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG

### 1. Khái niệm

Nông nghiệp bền vững là bảo vệ môi trường, tạo dựng một môi trường trong lành và sử dụng một cách hợp lí tài nguyên thiên nhiên. Mục đích của nông nghiệp bền vững là kiến tạo một hệ thống bền vững về mặt sinh thái, có tiềm lực về mặt kinh tế, có khả năng thỏa mãn những nhu cầu của con người mà không làm huỷ diệt đất đai, không làm ô nhiễm môi trường.

Nông nghiệp bền vững tạo ra một hệ sinh thái nông nghiệp sản xuất lương thực thực phẩm cho người, thức ăn cho chăn nuôi nhiều hơn so với các hệ thống tự nhiên. Nông nghiệp bền vững là một hệ thống trong đó con người tồn tại và sử dụng những nguồn năng lượng không độc hại, tiết kiệm và tái sinh năng lượng, sử dụng nguồn tài nguyên phong phú của thiên nhiên mà không liên tục phá hoại những nguồn tài nguyên đó. Nông nghiệp bền vững không chỉ bảo vệ những hệ sinh thái đã có trong tự nhiên mà còn tìm cách khôi phục những hệ sinh thái đã bị suy thoái.

Nông nghiệp bền vững tức là phải hợp tác với

thiên nhiên, tuân thủ những quy luật của thiên nhiên, không chống lại thiên nhiên, phải xem xét toàn bộ hệ thống trong sự vận động của nó, không tách rời từng bộ phận; phải suy nghĩ đến lợi ích của toàn cục, không vì lợi ích của bộ phận mà làm hại đến toàn cục. Tấn công vào thiên nhiên chính là tự tấn công vào mình và cuối cùng tự huỷ diệt. Như vậy, nông nghiệp bền vững không chỉ thu hẹp trong phạm vi nông nghiệp mà còn tham gia vào việc giải quyết nhiều vấn đề lớn toàn cầu và mở rộng ra cả lĩnh vực văn hoá, xã hội, đạo đức, cuộc sống.

Nông nghiệp bền vững khuyến khích mọi người phát huy lòng tự tin, sự suy nghĩ sáng tạo để góp phần tích cực giải quyết những vấn đề đang đặt ra ở từng địa phương cũng như các vấn đề chung của thế giới: sự cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên, sự suy thoái môi trường, sự phá vỡ cân bằng sinh thái, v.v...

Để đạt mục đích đó cần phải:

*\* Khảo sát các hệ sinh thái tự nhiên*

- Dựa vào kinh nghiệm quý báu của những hệ canh tác truyền thống và của nông dân các vùng.
- Dựa vào những kiến thức khoa học hiện đại.

## 2. Ý nghĩa

- \* Chăm sóc và bảo vệ trái đất.
- \* Chăm sóc con người.
- \* Tiết kiệm và giảm bớt tiêu thụ - đặt một giới hạn cho dân số và tiêu thụ.

\* Phân phối dư thừa, dành thời gian, tiền của, năng lượng dư thừa vào mục đích chăm sóc trái đất và con người.

Chăm sóc trái đất là chăm lo đến tất cả các sinh vật và thành phần phi sinh vật trên trái đất. Bảo vệ tài nguyên - sử dụng tiết kiệm và phục hồi những tài nguyên đã bị huỷ hoại, xây dựng những hệ thống có ích và bền vững.

Chăm sóc trái đất bao hàm cả chăm sóc con người, thoả mãn những nhu cầu cơ bản về vật chất và tinh thần của con người về lương thực, nhà ở, học hành, công việc làm, tạo ra những mối quan hệ chung sống tốt lành. Mặc dù con người chỉ chiếm một bộ phận nhỏ trong các loài sinh vật nhưng con người có tác động lớn đến sự sống trên trái đất. Nếu những nhu cầu cơ bản của con người được đáp ứng một cách thoả đáng thì sẽ không còn những hành động tàn phá huỷ diệt trái đất.

Hiện nay việc tiêu thụ, nhất là tiêu thụ thực phẩm và năng lượng (chủ yếu là nhiên liệu "hoá thạch" dự trữ trong lòng đất như dầu khí, than đá) đặc biệt là ở các nước phát triển ngày càng tăng và càng lãng phí. Theo B. Mollison cứ 10 calo công nghiệp đưa vào nông nghiệp thì mới lấy ra được một calo sản phẩm. Ở Thụy Điển hầu hết năng lượng dùng trong nông nghiệp là lấy ra từ nhiên liệu hoá thạch. Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng đầu người đã tăng gấp tám lần kể từ Chiến tranh thế giới lần thứ II. Nhiên liệu hoá thạch

không những bị sử dụng lãng phí mà còn làm ô nhiễm môi trường. Mặt khác với tỉ lệ như hiện nay dân số thế giới cứ mỗi thập kỉ lại thêm gần một tỉ người; trong khi đó đất trồng trọt ngày càng giảm sút.

Vì vậy nông nghiệp bền vững chủ trương tiết kiệm tiêu dùng, tiết kiệm năng lượng, tăng cường sử dụng năng lượng tự nhiên (năng lượng mặt trời, sức gió, sức nước, tái sinh năng lượng, hạn chế việc gia tăng dân số.

### 3. Nguyên lý chung

\* Các yếu tố (như công trình kiến trúc, nhà ở, ao vườn, đường đi) cần được đặt trong mối quan hệ hỗ trợ lẫn nhau. Đối với mỗi yếu tố có thể xây dựng chiến lược sử dụng qua phân tích các mặt sau đây:

- Sản phẩm của yếu tố đó có thể sử dụng cho nhu cầu của các yếu tố khác như thế nào?

- Các yếu tố khác có thể cung cấp cho nhu cầu của yếu tố đó những gì?

- Yếu tố đó có lợi cho những yếu tố khác như thế nào và không phù hợp với những yếu tố khác ở những mặt nào?

- Phải sắp đặt các yếu tố sao cho hệ thống vận hành có hiệu quả nhất và tốt nhất.

Mỗi yếu tố phải đảm bảo ít nhất hai chức năng: Mỗi yếu tố trong hệ thống phải được chọn lọc và đặt vào vị trí có thể bảo đảm được nhiều chức năng nhất.

Hồ ao có thể dùng để tưới cây, cung cấp nước uống cho gia súc, trữ nước cứu hoả, cũng có thể là nơi nuôi cá, nuôi vịt. Nước ao hồ làm tăng nhiệt độ về mùa đông và làm cho môi trường mát đi trong mùa hè. Đập chứa nước có thể dùng làm đường đi, trồng cây.

\* Tìm giải pháp chứ không chỉ nêu vấn đề.

\* Hợp tác chứ không cạnh tranh.

\* Làm cho mọi thứ đều sinh lợi: không bỏ phí một thứ gì, thí dụ có thể sử dụng nước thải, các chất hữu cơ phế bỏ để ủ phân rác.

\* Chỉ làm một việc gì khi việc đó đem lại hiệu quả: thí dụ chỉ làm cỏ khi trồng cây, không làm cỏ rồi để đất trống đến khi trồng cây phải làm cỏ lại.

\* Tận dụng mọi thứ tới khả năng cao nhất của nó: thí dụ sử dụng năng lượng mặt trời vừa để cây phát triển, vừa để sưởi ấm, đun nước, nấu ăn.

\* Đưa việc sản xuất thực phẩm trở lại các thành thị: tận dụng khả năng để sản xuất thực phẩm ngay tại các thành thị (trồng rau quả nuôi gà, cá).

\* Giúp cho mọi người tự tin ở mình: có thể tự tìm ra giải pháp thích hợp để cải thiện cuộc sống.

\* Chi phí và đầu tư thấp nhất để đạt được năng suất cao nhất.

Mặc dù các chuyên gia về nông nghiệp bền vững đều thống nhất với nhau về nền tảng đạo đức và những nguyên lí nói trên, nhưng chiến lược chiến thuật, các biện pháp sử dụng rất khác nhau vì không

thể có hai môi trường hoàn toàn giống nhau. Do đó sự sáng tạo trong nông nghiệp bền vững là rất lớn, nhưng dù chiến lược và kỹ thuật có khác nhau, một mô hình nông nghiệp bền vững phải có những *đặc trưng* sau:

- Quy mô nhỏ.

- Thâm canh.

- Đa dạng hoá trong sản xuất (đa dạng trong các chủng loại, các chế độ canh tác, đa dạng hoá các chức năng lao động). Áp dụng hệ thống canh tác phong phú đa canh sẽ tạo ra thể ổn định và giúp ta dễ dàng chuyển hướng trước những biến động về môi trường và xã hội.

- Kết hợp nhiều ngành, nhiều bộ môn: nông nghiệp, lâm nghiệp, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản, kết hợp kinh tế học, xã hội học.

- Có biện pháp thích hợp để sử dụng các diện tích đất quá xấu, quá nhỏ, đất ở ngoài rìa.

- Tận dụng các đặc tính tự nhiên vốn có của vật nuôi, cây trồng và mối quan hệ của chúng với đặc điểm cảnh quan thiên nhiên để tạo ra một nền nông nghiệp tự phát triển một cách bền vững và bảo vệ được môi trường.

- Sử dụng được cả các chủng loại đã thuần hoá cũng như các chủng loại hoang dã.

- Bảo đảm tính bền vững lâu dài - các tài nguyên năng lượng và sinh học được bảo toàn, tái tạo, tự điều chỉnh và tự tái sinh.

#### **4. Sinh thái học là cơ sở của nông nghiệp bền vững**

Khi nói về xây dựng nông nghiệp bền vững trên nền tảng sinh thái học, cần nói đến những yếu tố sinh thái chủ yếu của môi trường (đất, nước, không khí). Đó là những yếu tố thiên nhiên. Tiếp đó là những yếu tố do con người tạo ra như: chất thải, tiếng ồn, phá hoại tài nguyên rừng, đa dạng sinh học.

##### ***a. Các nguồn nước***

Nước bao phủ ba phần tư bề mặt trái đất, nước cũng chiếm ba phần tư cấu tạo các mô sinh vật. Trữ lượng nước trên trái đất có hạn và chu trình nước tiếp diễn liên tục, từ dạng đặc chuyển sang dạng lỏng, chuyển sang dạng khí và ngược lại. Nước vận động từ những đại dương mặn sang nước ngọt dưới dạng nước mưa, nước trong đất, nước sông hồ, rồi trở lại nước mặn.

Trong tổng lượng nước của trái đất, chỉ có 3% là nước ngọt, trong đó chỉ có 0,3% là sẵn sàng dùng được, phần còn lại bị giữ lại trong các mòm băng, trong mây.

Hiện nay, ở nhiều vùng trên thế giới, vào những thời điểm nhất định, có tình trạng thiếu nước vì không phải chỉ cần có nước mà còn phải có đủ nước đảm bảo về lượng và chất, ở đúng chỗ và đúng lúc.

Nước sử dụng được lại phải có chất lượng thích hợp. Phần lớn trường hợp không thể dùng nước mặn, nước lợ (trừ để nuôi thủy sản thích hợp); nếu muốn

tẩy mặn để dùng cho sinh hoạt nông nghiệp, công nghiệp phải chịu những chi phí rất lớn, nhiều nguồn nước ngọt trên mặt và lớp nước ngầm đã bị con người làm ô nhiễm.

Nước bị "mất" là nước không được trả lại nơi xuất xứ: nước sông chảy ra biển là mất đối với sông, nước ngầm thấm xuống đất là mất đối với lớp nước ngầm. Đáng lưu ý là môi trường thái nước không tinh khiết bằng môi trường đã lấy nước, như vậy là chất lượng nước đã kém đi.

Trong nông nghiệp bền vững, người ta dùng mọi cách để:

- Tăng nguồn nước dùng được: trữ nước mưa, đắp đập giữ nước.
- Tăng lượng nước sử dụng, thí dụ nước đã dùng cho sinh hoạt dùng lại để tưới vườn...
- Tăng lượng nước dùng cho cây trồng, thí dụ đắp đập theo từng bậc thang, theo đường viên, để giảm tốc độ dòng chảy đủ thì giờ cho nước ngấm vào đất.
- Giảm lượng nước mất đi, thí dụ che phủ mặt đất để giảm lượng nước bốc hơi, giữ ẩm và nước cho đất và cây.

Nhu cầu sinh hoạt ở phần lớn các nước công nghiệp hoá là khoảng 150 lít cho mỗi người một ngày. Nếu tính thêm các nhu cầu công cộng (bệnh viện, trường học, vệ sinh đường phố, công viên) thì lên tới 200 lít/ngày/người. Đã có nhiều cố gắng tiết kiệm nước, ổn định hoặc giảm bớt nhu cầu dùng nước ở các

thiết bị gia dụng (máy giặt, máy rửa bát), trong các nhà tắm, nhà vệ sinh, giảm nước thất thoát ở các hệ thống ống dẫn. Phải xử lí nước thành nước sạch trước khi dùng: lắng lọc, khử trùng (nhiều nước quy định tiêu chuẩn nước sạch có thể uống ngay không cần đun sôi).

Nhu cầu nước cho công nghiệp chủ yếu là: tải nhiệt, chuyên chở hay loại bỏ một số chất liệu, tham gia vào sản phẩm chế biến.

Nhu cầu nước của nông nghiệp chủ yếu là nhu cầu tưới. Lúa mì cần nhiều nước, ngô cần nhiều hơn, lúa gạo càng cần nhiều hơn, rồi bông càng cần nhiều hơn nữa. Nhu cầu nước càng cấp thiết vì cần nước vào mùa khô hạn tức là cần nhiều nhất vào lúc khó khăn nhất. Một phần ba công việc tưới cây được thực hiện bằng mương máng, hai phần ba bằng phun; trong làm vườn tưới nhỏ giọt vào gốc cây là tiêu thụ ít nước nhất nhưng chưa thật sự được phổ biến. Trong nông nghiệp bền vững, cơ cấu cây trồng cần được chọn cho thích hợp với khả năng có được nước tưới (cây chịu hạn).

Có nhiều dạng ô nhiễm nước:

**\* *Nhiễm bản hữu cơ***

Ô nhiễm này xuất phát từ một số ngành công nghiệp có liên hệ với "thiên nhiên" như chế tạo giấy, chế biến nông sản thực phẩm.

Những chất hữu cơ vừa mới thải xuống sông thì đã bị ngay các vi khuẩn trong sông "nuốt" và làm cho

thoái biến. Nhưng để ăn được những chất ô nhiễm, vi khuẩn cần tiêu thụ ôxy. Chúng "ăn" quá nhiều thì sẽ lấy đi rất nhiều ôxy trong nước sông khiến cho cá phải chết, chết không những vì thiếu ôxy mà còn vì quá trình lên men trong nước sông làm cho nước bị thối.

### **\* *Nhiễm chất độc***

Đây là thứ ô nhiễm sát hại trực tiếp thủy động vật không như chất bản hữu cơ sát hại bằng cách làm chết ngạt. Các chất này xuất phát từ công nghiệp, nhất là công nghiệp hoá chất, kim khí. Mỗi xí nghiệp dùng cách khác nhau để xử lý chất độc, nhưng trước hết cần tìm cách tái sử dụng nước đến tối đa. Một số chất nào đó có thể "nằm chờ" trong các lớp cặn rồi rất lâu sau khi đã lắng, chất độc mới thoát ra. Một số khác có hiện tượng "tích lũy sinh học": một số loài sinh vật tập trung chất đó trong cơ thể chúng, và những hiện tượng tích tụ nối tiếp nhau sẽ xuất hiện cùng với dây chuyền thức ăn. Đó là trường hợp những chất kim loại nặng (chì, thủy ngân), những thuốc trừ sâu hay diệt cỏ đã đi đến tận cùng dây chuyền thức ăn tới cá và tôm, cua làm thức ăn cho người, khiến nhiều người ăn phải đã chết. Hiện tượng thuốc trừ sâu nông nghiệp thấm xuống lớp nước ngầm đã trở thành mối lo lớn cho các cơ quan cung cấp nước ăn vào đầu những năm 90.

### **\* *Các chất gọi là lơ lửng***

Nước có thể chứa những phần tử nhỏ, sinh ra từ

xói mòn tự nhiên hoặc từ những chất thải của thành phố và khu công nghiệp. Phương pháp thường dùng để loại bỏ chất lơ lửng là gạn, làm cho các hạt nhỏ lắng xuống một bể chứa lớn (chỉ còn phải tháo bùn cặn). Một nguyên nhân nữa là sự nhiễm bẩn nước do mưa bão. Sau khi chảy qua mặt đường, mặt đất, mái nhà, cống rãnh, chỉ sau một thời gian ngắn, nước mưa đã chuyển theo một lượng lớn các chất lơ lửng.

### **\* Các chất dinh dưỡng (nitrat, photphat)**

Các chất nitrat, photphat chứa trong nước đã trở thành nguy hiểm, tạo nên hiện tượng *phú dưỡng* (tức là nuôi dưỡng quá mức) nguồn nước ở những dòng sông chảy chậm và nước hồ, nước biển. Sự dư thừa chất dinh dưỡng dẫn đến sự tăng sinh, gần như bùng nổ các loài tảo, rồi sự phân huỷ các tảo đó lại hấp thụ rất nhiều ôxy. Thiếu ôxy, nhiều chất trong nước lên men và thối. Lòng hồ, lòng biển chết dần.

Những loài tảo nổi trên bề mặt còn tạo thành một lớp màng khiến bên dưới không có ánh sáng và một số tảo biển chứa những chất độc (thủy triều trở thành có màu vàng), nên cá bị chết. Các chất nitrat trong nước ăn, trong quá trình chuyển hoá thành nitrat, cũng có khả năng gây bệnh. Trong nông nghiệp bền vững, người ta khuyên hạn chế dùng phân hoá học và dùng phân vào lúc cây đang sinh trưởng mạnh để cây hấp thụ được hết phân bón khỏi có phân dư thừa đi vào các dòng nước.

Photphat đến từ phân người, từ các loại bột giặt

chứa photphat, từ các hoạt động công nghiệp và nông nghiệp. Các chất nitrat đến từ nông nghiệp (phân bón), từ chăn nuôi (nước phân chuồng). Nông nghiệp và chăn nuôi gây ô nhiễm cho các nguồn nước ngầm tích lũy và dai dẳng trong các lớp nước. Lượng nito dư thừa theo nước thấm xuống đất, thường nhiều năm sau mới tới các lớp nước ngầm. Đối với chăn nuôi, yêu cầu các trại phải xử lí nước phân chuồng giống như công nghiệp xử lí chất thải; đối với phân bón diện tích nông nghiệp rất rộng thì khó hơn, phải dùng các phương pháp gọi là "nông nghiệp sạch".

#### **\* Ô nhiễm vi khuẩn**

Đây là thứ ô nhiễm có tác hại dễ nhận thấy nhất đối với sức khỏe con người và gây lan tràn các bệnh dịch gia súc. Người thường lây bệnh từ nước uống, nước ở các bể tắm, bãi tắm (bệnh do virus, bệnh thương hàn). Khi có dịch gia súc, do không áp dụng nghiêm ngặt luật lệ thú y, để nước chảy mang phân súc vật ồm, thậm chí xác súc vật chết đi xa, đã gây nên dịch lớn dọc hai bờ sông.

#### **\* Ô nhiễm nóng**

Trong công nghiệp, phần lớn nước được dùng vào việc hạ nhiệt, sau đó được thải ra khi đang nóng. Nước nóng có ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của những loài thực vật và động vật sống trong môi trường nước hay khí quyển nhận sự thải nhiệt của các nhà máy đó.

Tài nguyên nước của Việt Nam rất phong phú.

Theo ước tính, với dân số hiện nay mỗi người dân Việt Nam có  $13.500\text{m}^3/\text{người/năm}$ . Song, cũng như nhiều nước trên thế giới, lượng nước đó phân phối không đều trong không gian và thời gian. Hai miền đồi núi và đồng bằng có tài nguyên nước khác nhau và miền nào cũng có mùa mưa lũ, mùa khô hạn.

Về chất lượng, nước sông còn khá sạch, dùng cho sinh hoạt và tưới ruộng đều được (trừ các vùng cửa sông thủy triều thường bị nhiễm mặn). Do tốc độ công nghiệp hoá, đô thị hoá, lượng nước thải chưa qua xử lý đã trực tiếp tháo ra sông, hồ, ao; nhiều đoạn sông đã bị ô nhiễm quá tiêu chuẩn cho phép. Hậu quả của việc dùng thuốc hoá học cho nông nghiệp đã làm giảm chất lượng, số lượng các loại tôm, cá, chim, thú. Dòng chảy bùn và cát hàng năm khoảng 350 triệu tấn.

Dự kiến một số biện pháp giải quyết nhu cầu nước:

Làm sạch nước: ban hành luật về nước, quy định trách nhiệm xử lý nước thải trước khi xả vào hệ thống tiêu thoát nước; xây dựng hệ thống tưới tiêu tách rời, bảo vệ và trồng rừng đầu nguồn, xây dựng hồ điều tiết nước.

- Sử dụng nước nhiều lần và tiết kiệm nước: sử dụng hệ thống bậc thang, đập dâng, hồ chứa nhỏ, trạm bơm; tái sử dụng lượng nước dùng trong công nghiệp (phát điện) sau khi đã làm nguội máy để tưới; nước thải sau khi xử lý dùng tưới, nuôi cá, v.v...; tưới tiết kiệm (tưới phun, tưới gốc), chống rò rỉ thấm

lậu, v.v...; bê tông hoá hay đá hoá kênh mương; dùng nước phù sa tưới ruộng.

- Bổ sung nguồn nước: chuyển nước từ các sông miền Tây nước cao, mưa sớm, sang các sông miền Đông thấp, thiếu nước, mưa muộn, bằng cách xây dựng các hồ để phát điện và kết hợp để tưới; xác định cơ cấu cây, con hợp lí trên cơ sở chi phí đầu tư cho một mét khối nước; thích nghi các giống cây chịu hạn, chịu ngập, chịu chua, chịu mặn; đào ao, xây bể, đập chứa nước.

### ***b. Đất***

Đất là hỗn hợp của chất vô cơ, mùn, nước và không khí. Lớp đất đó gọi là đất mặt. Đất mặt giàu về chất hữu cơ (mùn) và là lớp cho hiệu suất cao nhất của đất. Trồng trọt hoàn toàn phụ thuộc vào lớp đất mặt. Nơi nào không có đất mặt thì không có canh tác.

#### ***\* Các thành phần của đất***

##### ***\* Nước / độ ẩm***

Nước trong đất trở thành dung dịch axit nhẹ hay kiềm, dung dịch này chuyên chở các chất dinh dưỡng hoà tan mà cây hút được qua rễ. Độ pH chỉ tính chất axit hay kiềm: pH 8 là đất kiềm, pH 5 là đất axit, pH 7 là đất trung tính. Có thể làm thay đổi độ pH của đất bằng cách cho thêm vôi vào đất axit, cho thêm sulfua vào đất kiềm. Phần lớn cây trồng sinh trưởng trong phạm vi pH = 5,5 đến 8.

Nước vận động trong đất theo trọng lực. Độ ẩm chuyển từ dưới lên trên do bốc hơi bởi nắng, gió, cũng

do rễ cây hút nước từ đất lên lá cây. Bằng cách giảm lượng nước bốc hơi trên mặt đất và lượng nước bị thấm sâu xuống đất, có thể tăng lượng nước dùng được cho rễ cây. Thực hiện bằng cách phủ rác bồi trên mặt đất, vùi chất hữu cơ vào đất. Nước cũng vận động dọc theo các lớp đá ở mặt nước ngầm nên có thể trồng những cây rễ ăn sâu để tận dụng mạch nước ngầm này.

### *\* Không khí*

Các chất khí trong đất thay đổi áp suất và loại hình trong ngày và vào những mùa khác nhau. Các chất khí cũng vận động vào trong hay ra ngoài đất. Cách vận động tự do của các chất khí phụ thuộc vào cấu tượng và cấu trúc của đất. Các chất khí trong không khí trao đổi với các chất khí giải phóng từ rễ cây và từ sinh vật trong đất. Nước có lượng ôxy thích hợp thì đất có mùi dễ chịu. Nếu ít ôxy và hình thành các chất khí khác như sulfua dioxit thì đất có mùi thối. Kỹ thuật làm cho đất giữ được nhiều ôxy bằng cách xới từng đám nhỏ, xới sâu (không lật úp lớp đất mặt) làm tăng độ phì của đất.

### *\* Các phần tử khoáng*

Các phần tử khoáng ở trong những mảnh cát, sạn, sỏi và đất sét trong đất. Khi những mảnh đất chứa nhiều cát và sỏi thô thì gọi là đất có cấu tượng cứng. Đất đó tiêu nước và tự làm khô nhanh, các chất dinh dưỡng dễ bị rửa trôi. Đất sét thì tiêu nước chậm và giữ nước lâu hơn; hình thành một tầng đất sét

(tầng đất chắc) khi đào bỏ thực vật đi. Trong cả hai trường hợp, có thể cải tạo đất bằng thêm vào nhiều chất hữu cơ.

### *\* Các sinh vật*

Có rất nhiều sinh vật sống trong đất, từ nguyên sinh động vật đến côn trùng. Chúng làm đất thoáng khí, thông nước, phá vỡ các tầng đất lớn thành những mảnh đất nhỏ mà cây sử dụng được và chính chúng cũng là một phần dự trữ chất dinh dưỡng trong đất và được chuyển thành chất hữu cơ.

### *\* Chất hữu cơ*

Chất hữu cơ gồm cỏ cắt, cỏ khô, rơm rạ, lá cây, mùn cưa, vv, tất cả những thứ đó vào đất sẽ nát ra thành chất mùn, tức là một chất mịn, bóng, có mùi dễ chịu, giàu dinh dưỡng, sẽ giải phóng dần các vi chất dinh dưỡng cho thực vật và động vật sử dụng.

### *\* Chức năng và các đặc tính của đất*

Trong nông nghiệp, các chức năng của đất là: làm giá đỡ cho cây gìn giữ và cung cấp chất dinh dưỡng, nước và không khí cho cây tạo điều kiện thuận lợi cho cây sinh trưởng. Đất tốt là đất thực hiện được cả ba chức năng nói trên. Nhà nông thường quan niệm đất tốt là đất màu hơi đen, mềm và giàu vi sinh vật, nhiều giun. Về mặt nông nghiệp bền vững, đất tốt là đất có kết cấu tốt, độ ẩm tối ưu, giàu chất dinh dưỡng và có hoạt động sinh học cao, các tính chất của đất tốt có thể trình bày thành: tính chất vật lí, tính chất hoá học, tính chất sinh học.

### *\* Tính chất vật lý*

Đất phải có khả năng giữ nước cao và hút nước tốt. Đất được coi có tính chất vật lý tốt hoặc có kết cấu tốt là đảm nhiệm tốt được hai chức năng này. Đất có kết cấu tốt thường có: 40% chất rắn (chất khoáng và mùn, trong đó mùn là 5%), 30% là nước, 30% không khí. Quá nhiều nước trong đất sẽ làm giảm tỉ lệ không khí và gây ra thiếu ôxy cho rễ cây. Quá nhiều không khí trong đất sẽ gây ra khô hạn. Đất thích hợp cho nông nghiệp thường là sét pha cát. Mùn gồm các chất hữu cơ do vi sinh vật tạo thành qua quá trình phân huỷ. Nếu ngừng cung cấp chất hữu cơ thì mùn giảm rồi mất dần, kết cấu đất bị xuống cấp, thoái hoá. Phân hoá học không cải thiện chất lượng kết cấu đất, mà lại phá hoại kết cấu đất vì giết chết vi sinh vật và thúc đẩy sự khoáng hoá.

### *\* Tính chất hoá học*

Đất có tính chất hoá học tốt có khả năng bảo tồn chất dinh dưỡng cao và có độ pH tối ưu. Các chất khoáng khi hoà tan trong nước thì phân thành cation và anion thông qua tác động hoá học. Phần lớn những chất dinh dưỡng (chất khoáng) cần thiết cho cây được giữ lại trong đất dưới dạng những cation. Đất có khả năng bảo tồn chất dinh dưỡng cao hay thấp là tùy ở chất lượng và số lượng colloid (chất keo) trong đất. Colloid mùn là thứ tốt nhất. Mùn còn có chức năng quan trọng điều chỉnh độ pH của đất. Thiếu chất hữu cơ trong đất thì sẽ thiếu mùn và làm

đất kém khả năng bảo tồn chất dinh dưỡng. Sự ỷ lại vào phân hoá học và bón ít chất hữu cơ khiến cho lượng mùn và colloid mùn trong đất bị giảm sút.

### *\* Tính chất sinh học*

Những tính chất sinh học của đất là những chức năng được hỗ trợ bởi hoạt động của sinh vật như vi khuẩn, nấm, giun, v.v... Có vô vàn sinh vật trong đất (có tới 100 triệu trong một gam đất phì nhiêu). Vi sinh vật có vai trò quan trọng tạo ra chất khoáng trong quá trình khoáng hoá. Vi sinh vật càng tích cực hoạt động thì mùn và chất khoáng càng có ích cho đất và cây. Bởi vậy, cung cấp chất hữu cơ làm thức ăn cho vi sinh vật là điều bắt buộc để cải thiện tính chất vật lí và hoá học của đất. Vai trò quan trọng nữa của vi sinh vật là làm tăng sức khoẻ của đất. Có những vi sinh vật gây bệnh cho cây, nhưng số này ít hơn rất nhiều so với những vi sinh vật vô hại và hữu ích. Nếu cân bằng sinh vật không bị phá vỡ thì những vi sinh vật gây bệnh được hạn chế ở mức không gây hại cho cây.

Trong nông nghiệp bền vững, mục tiêu là cải tạo loại đất đã bị phá hoại hay thoái hoá và để cho diễn biến tự nhiên những hệ sinh thái đặc biệt như đầm lầy, sa mạc, đất cát ven biển, đất đồi núi, v.v...

Khác với nước, loại hình đất không phải là nhân tố phải chọn trước hết vì có những kỹ thuật có hiệu quả để cải tạo và xây dựng lại đất khá nhanh...

Trong vườn và trang trại theo nông nghiệp bền

vững, mục tiêu là sử dụng cho hết chất dinh dưỡng để không trở thành nguyên nhân gây ô nhiễm. Thực hiện việc đó bằng trồng nhiều loại cây, mỗi loại cây sử dụng những loại chất dinh dưỡng khác nhau, bón phân vào lúc mà cây có thể sử dụng được hết (thí dụ, bón vào từng giai đoạn sinh trưởng của cây: bón lót, bón thúc, v.v...).

*\* Bón phân và giữ gìn đất*

Có thể tìm mô hình lí tưởng để bón phân và giữ gìn đất qua rừng tự nhiên. Thêm và trả lại chất hữu cơ cho đất là chính. Lượng mùn trong đất giảm đi qua sự khoáng hoá, do đó cung cấp lại mùn bị mất hàng năm là cần thiết để giữ độ phì và phẩm chất của đất. Có thể bón thêm chất hữu cơ bằng nhiều cách: lớp phủ, phân xanh, phân trộn. Lúc nào cũng cần phủ mặt đất bằng thảm thực vật hay chất hữu cơ. Đất dễ trống dễ bị mưa, gió, và nhiệt độ mặt trời tác động - nguyên nhân chính khiến kết cấu đất bị thoái hoá cũng là xói mòn đất...

Cần tránh trộn các chất hữu cơ thô (chưa phân hủy hoàn toàn với đất vì những giai đoạn đầu của quá trình phân huỷ sẽ tạo ra những vấn đề như: sự tiêu thụ không khí trong đất làm thiếu ôxy vốn rất cần cho rễ cây, sinh ra khí mêtan có hại cho rễ cây, độ chua hữu cơ của đất tăng làm rối loạn sự cân bằng về vi sinh vật (nấm có hại tăng lên). Chỉ nên để chất hữu cơ thô lên mặt đất làm lớp phủ. Trong những trường hợp phải trộn chất hữu cơ thô (phân xanh) với

đất, phải có đủ thời gian cho phân xanh phân huỷ hoàn toàn trước khi trồng cây chính.

Trồng cây và cỏ dọc đường ranh giới khu đất nhằm mục đích bảo vệ đất khỏi bị mưa làm sứt lở và kiểm tra sự rửa trôi ở lớp đất mặt. Về sau, khu diện tích ven ranh giới này sẽ trở thành một nguồn phân hữu cơ, cỏ khô, gỗ củi, thực phẩm (quả), gỗ xây dựng, đồng thời có tác dụng chắn gió.

Hạn chế dùng hoá chất trong nông nghiệp. Các hoá chất nông nghiệp có thể cho hiệu quả nhanh về mặt cung cấp các chất dinh dưỡng (N, P, K) và diệt sâu bệnh, nhưng cần hạn chế vì chúng làm mất cân bằng sinh thái của đất. Tính axit của phân hoá học làm mất hoạt tính của các vi sinh vật và chúng bị chết vì tính độc của nông dược hóa học. Hơn nữa, cân bằng dinh dưỡng của cây còn bị rối loạn vì cây chỉ được cung cấp một số chất dinh dưỡng nhất định, do đó dễ bị bệnh và sâu hại tấn công.

#### *\* Phủ mặt đất và ít cây xới*

Phủ lên mặt đất một lớp phủ gồm các loại chất hữu cơ khác nhau như cỏ, lá rụng, rơm rạ, v.v... (cũng gọi là lớp đất bồi, thảm mục) vừa có vai trò giữ gìn vừa tạo độ phì cho đất. Có thể ít phải cày xới nếu có đủ lớp phủ.

Ưu điểm của lớp phủ là bảo vệ đất chống mưa to, nhiệt độ mặt trời. Cày xới đôi khi cũng là nguyên nhân gây xói mòn đất. Lớp phủ còn cải tiến kết cấu vật lí của đất mặt, lớp phủ làm tăng kết cấu tơi xốp

trên mặt đất, làm tăng khả năng giữ nước và độ ẩm tối đa của đất. Về mùa khô, lớp phủ ngăn ngừa sự bốc hơi và giữ ẩm.

Lớp phủ tạo dần độ phì, nó phân huỷ và tiêu biến tự nhiên; trong khi phân huỷ, nó cân đối và làm giàu các nguyên tố vi lượng; các chất dinh dưỡng ít hao phí vì quá trình phân huỷ diễn ra trên mặt đất nơi cần sử dụng nhiều nhất các chất dinh dưỡng. Lớp phủ làm giảm cỏ dại trên mặt đất nhất là nếu phủ liên tục. Phủ đất là lao động đơn giản và giảm lao động cày xới.

Tuy vậy, lớp phủ cũng có nhược điểm: gây nấm mốc vào mùa mưa. Nên bắt đầu phủ đất vào mùa khô, phơi khô lớp phủ trước khi dùng. Lớp phủ đôi khi là trở ngại cho sự gieo hạt giống. Nên phủ lớp mỏng trước khi gieo hạt.

Nguyên liệu làm lớp phủ là bất cứ loại chất hữu cơ nào như lá cây, cỏ, mùn cưa. Nếu có nhu cầu bảo vệ đất và tránh nấm mốc gây bệnh vào mùa mưa, thì nên dùng nguyên liệu có tỉ lệ C/N cao, tức có hàm lượng cacbon cao (rơm rạ, lá dừa). Nếu muốn làm đất màu mỡ thì dùng nguyên liệu có tỉ lệ C/N thấp - hàm lượng nitơ cao (cây họ đậu, phân trộn).

Lớp phủ đất "sống" là trồng một loại cây họ đậu thấp, có khả năng bò mọc lan rộng để tránh phải phủ nguyên liệu lên mặt đất.

Ưu điểm là không cần phải thu gom nguyên liệu, bảo vệ đất lâu dài, cung cấp thêm nitơ cho đất. Nước ta có thể dùng đậu ván, đậu triều, cỏ ba lá, v.v...

### *\*Phân xanh*

Dùng phân xanh là trồng cây phân xanh (cây họ đậu) khoảng 12 tháng và trả lại toàn bộ sinh khối cho đất làm phân hữu cơ. Cây phân xanh có thuận lợi là mọc nhanh, thu được sinh khối lớn trong thời gian ngắn, có thể cố định nitơ từ không khí nhờ vi khuẩn cố định nitơ ở hệ rễ. Nước ta thường dùng đậu xanh, đậu đen, điền thanh, lạc, đậu tương, muồng, đậu đũa, đậu mèo, đậu kiếm, trầm, v.v... Có thể cắt cây phân xanh làm lớp phủ trên mặt đất để rút ngắn thời gian phân huỷ, giảm lao động cày xới.

Phân xanh là biện pháp có hiệu quả cung cấp chất hữu cơ cho đất một cách dễ dàng mà không cần thiết phải thu nhặt từ ngoài.

Phân xanh cải thiện phẩm chất đất: đất trở nên tơi xốp, tăng khả năng giữ nước và dẫn nước, tăng lượng nitơ trong đất (cây họ đậu) tăng số lượng và hoạt động của các vi sinh vật. Trồng cây phân xanh chỉ cần lao động gieo hạt, còn cày bừa hay cắt tỉa thì làm sau. Nhược điểm là cần nhiều thời gian: chờ cây mọc 1,5-2 tháng và phân huỷ trong hai tuần. Người ta không thể dùng đất để trồng các loại cây khác trong thời gian này. Cho nên nhiều nông dân dùng cách cắt để làm lớp phủ phân xanh, tránh được thời gian phân huỷ (2-3 tuần). Có rủi ro là nếu không đủ thời gian cho cây phân xanh phân huỷ mà đã trộn với đất thì nó sẽ gây ra các khí có hại và cây trồng sau không thể mọc tốt. Các cây ăn lá và ăn quả đặc biệt mẫn

cảm với các khí có hại này, còn cây cối thì ít gặp khó khăn hơn. Rất khó xác định thời điểm phân xanh đã phân huỷ hoàn toàn vì phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm của đất, loại cây phân xanh, nhưng thường phải đủ 2-3 tuần.

*\* Phân trộn (phân rác)*

Trộn phân là cách làm phổ biến nhất để cải thiện độ phì của đất. Trộn các nguyên liệu hữu cơ khác nhau (tỉ lệ cao và thấp, chất tươi và khô, phân, cỏ, đất, v.v...), giúp cho sự phân huỷ và sau khi phân huỷ hoàn toàn thì sử dụng làm phân bón. Mục đích chính là biến đổi chất hữu cơ thô thành mùn - chất có ý nghĩa nhất đối với đất, có lợi cho cây.

So sánh với phân xanh và lớp phủ, phân trộn được sử dụng nhanh hơn. Nguyên liệu hữu cơ đã bị phân huỷ trước và ở dạng mùn phù hợp với cây phân trộn là loại phân sạch khiến cho đất cũng sạch. Ưu điểm nữa là dùng được nguyên liệu sẵn có ngay tại chỗ, kể cả các chất thải, dù chất thải đó không sử dụng trực tiếp được cho đất và cây. Nhược điểm của phân trộn là phải cần nhiều chất hữu cơ, mà các nguyên liệu sẵn có (không phải trồng) là có hạn, chúng còn cần dùng vào nhiều việc khác (phân bón làm chất đốt, phân cây bỏ đi làm củi). Trong quá trình trộn phân, một số chất dinh dưỡng cũng bị mất đi do nắng nóng, mưa và gió: cần chọn vị trí trộn phân (dưới tán cây, dưới mái che) và định chính xác thời gian trộn (đảo và hoàn thành trong ba tháng). Quá trình xử lí phân

trộn khá vất vả: thu nhặt nguyên liệu, trộn phân, đảo phân, mang phân ra đồng.

*\* Trồng cây và cỏ dọc đường ranh giới*

Sử dụng đường ranh giới là rất quan trọng: đó là một tài nguyên có thể sinh lợi.

Ưu điểm của biện pháp này là kiểm tra được sự xói mòn của đất. Mưa to không những cuốn trôi chỗ đất mặt mà còn làm sứt lở vùng ranh giới. Rễ cây cỏ giữ chặt đất làm cho vùng ranh giới không bị sứt lở, đất mặt phẳng bị rửa trôi. Cây to cũng ngăn gió, bảo vệ cây trồng phía trong. Vùng ranh giới cũng dùng sản xuất chất hữu cơ để bồi dưỡng đất. Những cây lâu năm sử dụng ánh sáng mặt trời quanh năm và các chất dinh dưỡng ở tầng đất sâu mà cây hàng năm không sử dụng được, đồng thời sản xuất sinh khối lớn hơn cây hàng năm. Cỏ trồng có thể dùng chăn nuôi (tươi, khô). Cây có thể cho củ đun, tránh phải dùng phân trâu bò, cành cây làm chất đốt (thí dụ điền thanh).

Cây, cỏ trồng có ý nghĩa quan trọng trong cân bằng sinh thái, trung tính da dạng của thực vật, tạo nơi sống cho động vật có ích (chim, nhện, ếch, nhái, v.v...) để khống chế sâu hại. Người ta không trồng cây gỗ trong vườn vì cây to che ánh sáng khiến các cây khác không thể mọc tốt. Vì thế ở ranh giới có thể trồng cây to nhằm nhiều mục đích: cây hóng mát, lấy gỗ, lấy thực phẩm, lấy phân xanh (cây gỗ được cắt tỉa một năm mấy lần).

Có thể có mấy hướng sử dụng đất như sau:

- Đất đồi núi dốc: tùy theo độ dốc, tầng dày, mức độ lún đá, tầng mùn, độ xốp, độ chặt, úng nước, độ phì, v.v... mà chọn các loại cây trồng cho phù hợp và cải tạo đất (trồng rừng, trồng cây lâu năm như chè, cà phê, cao su, cây ăn quả, dâu tằm, cây gỗ quý, cây dược liệu, v.v... Ứng dụng hệ thống kỹ thuật khống chế sự rửa trôi, thoái hoá, xói mòn, bảo vệ và nâng cao độ phì của đất.

Đất úng trũng: việc tiêu nước quá tốn kém, nên cần chuyển hướng sản xuất phù hợp, không sợ nước lên xuống bất thường: nuôi trồng thủy sản, trồng cỏ, cây phân xanh...

- Đất mặn ven biển: tận dụng tiềm năng nước lợ, nước mặn để phát triển nguồn lợi thủy sản trồng rừng đước, sú, vẹt, bần, cóc...

Đất phèn: phát huy nguồn sinh học đa dạng ở đây: trồng tràm, bạch đàn, so đũa, nuôi cá, tôm, ba ba, rùa, rắn, trăn, rừng chim, v.v...

### ***c. Không khí, tiếng ồn, chất thải***

#### ***\* Không khí***

Nạn ô nhiễm không khí có ba nguyên nhân chính: các thiết bị cố định (đun nóng trong sinh hoạt, nhà máy nhiệt điện, nồi hơi công nghiệp); việc vận tải bằng ô tô; một số phương pháp chế tạo công nghiệp. Ô nhiễm khí quyển gây hại cho ba nhóm lớn: con người (bộ máy hô hấp); các loài thảo mộc (rừng); các thú vật liệu (đá, kim khí, sơn).

## *Các chất ô nhiễm*

Chất  $\text{SO}_2$  (đioxit lưu huỳnh) làm hại các loài thảo mộc, loài sống dưới nước, các vật liệu. Tác hại của  $\text{SO}_2$  đối với thảo mộc không phải chỉ vì tính axit của nó, mà còn vì khi vượt quá một giới hạn nào đó, nó ức chế hoạt động quang hợp. Các ôxyt nitơ tác động với thảo mộc về hai mặt: một mặt là tính axit gây những trận mưa "axit", mặt khác là oxi hoá báo trước nạn "ô nhiễm quang-oxi" là một trong những nguyên nhân tiêu hủy. Các chất cacbua hiđro và dung môi là tiền đề cho chúng "ô nhiễm quang-oxi" tác hại với các khu rừng. Axit clohidric góp phần làm tăng độ axit trong nước mưa gây hại cho cây cối. Axit clohidric bốc ra chủ yếu từ các nhà máy đốt rác sinh hoạt vì trong rác có lượng lớn PV một chất dẻo mang clo. Một số chất (kim loại nặng, thuốc trừ sâu) tồn tại dai dẳng và tích lũy theo đường sinh học đe dọa con người và môi trường sinh thái. Nạn ô nhiễm không khí do lưu huỳnh hoặc fluor có thể làm hư hại những cánh rừng.

### *\* Lỗ thủng ozon*

Chất ozon nằm ở độ cao tầng bình lưu bảo vệ sinh vật khỏi ảnh hưởng của các tia cực tím trong ánh mặt trời. Tia cực tím nguy hiểm với con người và động vật, thực vật (làm chậm sự quang hợp), các sinh vật nổi trên biển. Lỗ thủng ozon bắt đầu từ Nam Cực do các sản phẩm hoá học chứa clo có tên là CFC (chloro-fluoro-cacbon) gây ra.

### *\* Hiệu ứng nhà kính*

Trái đất tiếp nhận các bức xạ từ mặt trời. Mặt trái đất phát trả lại các tia hồng ngoại, những tia này trên đường đi vào không gian bị "rơi vào bẫy" của khí quyển và làm khí quyển nóng lên.

### *\* Ô nhiễm nội thất*

Nhà ở, xe cộ là nơi con người sống 80% thời gian cuộc sống của mình. Nguồn gây ô nhiễm là thiết bị sưởi, đun nấu, vật liệu xây dựng, sơn, khói thuốc lá, các hệ điều hoà không khí, súc vật và cây cảnh.

### *- Các giải pháp chống ô nhiễm không khí*

Hạn chế dùng chất dẻo PVC. Bớt dùng phân đạm (giảm  $\text{NO}_2$ ). Loại sự bay hơi mêtan trong khai thác than hoặc khí đốt, trong vận chuyển khí đốt, thu hồi khí bốc ra từ các loại rác. Giải pháp chủ yếu là giảm bớt lượng  $\text{CO}_2$  do việc phá rừng đốt rừng, đốt các nhiên liệu khoáng chất (than đá, dầu mỏ, khí đốt). Cách thực hiện là tiết kiệm năng lượng, phát triển các cơ sở sản xuất năng lượng ít thải  $\text{CO}_2$ , sử dụng những năng lượng tự tái sinh (mặt trời, gió, thủy triều, thủy điện, sinh khối).

### *\* Tiếng ồn*

Tiếng ồn có tác hại với sức khoẻ, giấc ngủ. Có tiếng ồn do giao thông và tiếng ồn khu vực (do hàng xóm gây ra, do vui chơi). Trong nông nghiệp bên vũng, có bàn về thiết kế nhà ở của chủ trại, đây là trường hợp cần tính đến dạng ô nhiễm khu vực này. Có những quy định đối với việc dùng công cụ làm

vườn gây tiếng ồn (như máy xén cỏ), nuôi chó gây tiếng ồn, v.v...

*\* Chất thải*

Gồm có chất thải sinh hoạt, chất thải công nghiệp, chất thải nông sản thực phẩm.

*\* Các chất thải sinh hoạt*

Người ta ước tính mỗi người dân ở thành phố thải ra khoảng 1 kg rác sinh hoạt một ngày. Đáng chú ý nhất là các loại giấy - bìa (30%) và nguy hiểm nhất là chất dẻo (10%). Để xử lí, người ta dùng mấy cách: làm phân trộn, đốt rác, chôn rác, phương pháp làm phân trộn chỉ thực hiện với những chất thải có thể lên men được (thức ăn thừa, giấy - bìa, rác vườn), nên phải phân loại rác (loại ra các thứ như thủy tinh, kim loại, chất dẻo). Phương pháp đốt rác chỉ làm được với những chất thải đốt được. Đốt rác yêu cầu phải lọc khói, khử bụi trong khói, làm sạch khói và vô hiệu hoá axit clohidric sinh ra từ các chất PVC, chôn rác, đổ rác ra bãi đổ có nguy cơ gây ô nhiễm đất, nước, nên phải thực hiện chôn vùi rác có kỹ thuật. Khuynh hướng hiện nay là chọn thu nhặt một số đồ thải trong rác sinh hoạt để tái sử dụng (sợi, giấy cũ, thủy tinh, kim loại). Trong nông nghiệp bền vững, có yêu cầu này đối với gia đình và những cộng đồng.

*\* Các chất thải công nghiệp* sản sinh chất thải, không kể những chất thải của công nghệ nông sản - thực phẩm. Người ta xử lý bằng đốt, đổ ra bãi rác, dùng biện pháp lý - hoá, thu hồi tái sử dụng chất

thải. Khó khăn nhất là xử lý các chất dẻo vì có nhiều loại chất dẻo với đặc tính rất khác nhau.

Các chất thải nông sản - thực phẩm là lớn nhất, gấp hàng chục lần so với chất thải sinh hoạt. Tuy vậy, chúng ít gây rắc rối vì dễ được trả lại đất hơn hoặc dễ tái sử dụng hơn. Tuy nhiên, đã có trở ngại về đất khi đất dính vào củ cải đường đối với các nhà máy đường hoặc phân lợn gà tràn ngập vùng xung quanh cơ sở chăn nuôi lợn. Muốn làm thức ăn cho gia súc từ các chất thải đòi hỏi vệ sinh nghiêm ngặt vì đã có những trường hợp ngộ độc do hàm lượng muối cao, sinh bệnh vì chất thải ô nhiễm mầm bệnh.

### III. NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG TRÊN NỀN TẢNG SINH THÁI HỌC

#### 1. Vận dụng các mẫu hình trong thiên nhiên

Để thực hành nông nghiệp bền vững, phải học từ thiên nhiên. Trong sản xuất sinh khối, duy trì độ phì của đất, bảo vệ đất phòng trừ sâu bệnh, dịch bệnh, sử dụng năng lượng đưa từ ngoài vào, thiên nhiên đã chỉ cho con người những giải pháp hữu hiệu nhất, trước mắt cũng như lâu dài. Thiên nhiên đích thực có thể tìm thấy ở tự nhiên, một hệ thống sinh thái mà thiên nhiên đã xây dựng và để lại. Rừng tự nhiên sản xuất một lượng sinh khối khổng lồ mỗi năm mà không có "đầu vào" nhân tạo và cung cấp thức ăn cho mọi động vật, trong đó có con người. Ngược lại, nông nghiệp sản xuất sinh khối ít hơn, lại cần các đầu vào nhân tạo mà vẫn phải đối mặt với nhiều vấn đề có khi nan giải.

Các cơ chế sản xuất của nông nghiệp và rừng tự nhiên là giống nhau. Chúng đều sản xuất các cacbonhidrat (sinh khối) qua sự quang hợp, sử dụng các chất dinh dưỡng từ đất, nước, cacbon dioxit từ không khí, năng lượng ánh sáng mặt trời (quang hợp). Điều khác nhau là, rừng là tự nhiên mà nông nghiệp là nhân tạo. Tính nhân tạo đó tạo ra nhiều

vấn đề không có trong rừng tự nhiên: huỷ hoại độ phì của đất, xói lở đất; phát sinh dịch bệnh.

Mặc dù nông nghiệp là nhân tạo nhưng nó vẫn tồn tại trong thiên nhiên và chịu sự chi phối của thiên nhiên. Điều quan trọng đối với nông nghiệp là phải tuân theo và thích nghi với những quy luật của thiên nhiên. Phần lớn các vấn đề mà nông nghiệp vấp phải là do không hiểu, không tuân theo, thậm chí làm ngược lại các quy luật đó.

### *a. Hệ sinh thái của rừng tự nhiên*

Hệ sinh thái của rừng tự nhiên là một hệ hoàn chỉnh. Trong rừng tự nhiên có một số rất lớn các chủng loại cây, động vật và vi sinh vật, vật sống (sinh vật) và vật không sống (phi sinh vật) tồn tại với một số quan hệ và với một sự cân bằng nào đó. Điều quan trọng là phải hiểu các mối quan hệ và tác động qua lại đó trong hệ sinh thái rừng tự nhiên.

#### *\* Vòng chu chuyển dinh dưỡng*

Về mặt sinh thái, mọi sinh vật được xếp vào một trong ba loại: sản xuất, tiêu thụ hay phân huỷ. Muốn hiểu hệ sinh thái, cần hiểu biết tác động qua lại giữa sản xuất, tiêu thụ hay phân huỷ và các phi sinh vật khác (mặt trời, không khí, chất khoáng).

Những cây có lá xanh chứa chất diệp lục, sản xuất các chất cacbonhidrat cho bản thân chúng và cho mọi sinh vật bằng cách sử dụng năng lượng mặt trời (năng lượng duy nhất từ ngoài vào) và hút chất dinh dưỡng (khoáng, nước, cacbon đioxit). Quá trình sản

xuất này gọi là quang hợp. Không có gì có thể sản xuất thức ăn cho vật sống (trong đó có con người) trừ cây cỏ.

Các động vật sống bằng cách ăn các sản phẩm (cacbonhidrat) do sản xuất làm ra, một cách trực tiếp hay gián tiếp. Lớp I là các sinh vật ăn thực vật (như các loại sâu). Lớp II là các lớp ăn thịt (như nhện, ếch) chúng chủ yếu ăn các sinh vật thuộc lớp I. Lớp III là những động vật ăn thịt (như rắn), chúng chủ yếu ăn các sinh vật thuộc lớp II. Lớp IV là động vật lớn ăn thịt (như diều hâu, hổ), lớp này chủ yếu ăn các động vật thuộc lớp III.

Các vi sinh vật (nấm, vi khuẩn) sống bằng cách ăn các chất hữu cơ như chất thải (lá rụng, xác súc vật, phân súc vật). Có một số lượng khổng lồ các vi sinh vật sống trong đất (100 triệu trong một gam đất). Chức năng quan trọng nhất của nó là phân huỷ và biến đổi chất hữu cơ thành mùn qua quá trình khoáng hoá. Mùn cần thiết cho việc tạo ra đất và cải thiện đất. Chất khoáng lại được hấp thụ, giữ cho đất được sạch sẽ và lành mạnh;

Như vậy cây cỏ càng sản xuất được nhiều cacbonhidrat thì động vật càng sống tốt hơn. Các chất hữu cơ cung cấp cho đất càng nhiều thì các vi sinh vật càng hoạt động mạnh và càng sản sinh nhiều chất dinh dưỡng khoáng cho cây để sản xuất cacbonhidrat. *Hệ thống này được gọi là vòng chu chuyển dinh dưỡng.*

Qua vòng chu chuyển, mọi sinh vật đều tăng và đất trở nên phì nhiêu. Mọi sinh vật và phi sinh vật đều tác động qua lại với nhau trong thiên nhiên và không có gì là vô dụng hay không cần thiết.

Chúng được liên kết với nhau bằng các mối quan hệ nhu cầu và hỗ trợ lẫn nhau. Nếu một bộ phận bị đảo lộn thì toàn bộ hệ thống có phản ứng.

Mối quan hệ nói trên (ăn và bị ăn) gọi là dây chuyền thức ăn. Dây chuyền này được cân bằng một cách mỏng manh và những sự đột biến ở bất cứ một mắt xích nào cũng làm cho cân bằng đó bị phá vỡ.

Từ những hiện tượng sinh thái nêu trên, có thể rút ra một số chỉ dẫn đối với nông nghiệp sinh thái (nông nghiệp bền vững):

- Nguồn năng lượng chủ yếu để sản xuất cacbonhidrat là mặt trời. Sử dụng năng lượng mặt trời một cách tối đa là điều quan trọng nhất đối với nông nghiệp.

- Chỉ có cây xanh là có thể sử dụng năng lượng mặt trời để sản xuất cacbonhidrat. Mức độ sử dụng năng lượng mặt trời phụ thuộc vào lượng cây xanh.

- Nguồn độ phì (khoáng, mùn) là chất hữu cơ có chứa các vi sinh vật. Việc cung cấp chất hữu cơ là cần thiết để cải thiện đất thông qua việc bón phân.

- Mọi sinh vật đều có tác động qua lại với nhau và không có gì là không cần thiết hay có hại trong thiên nhiên.

### *\* Vòng chu chuyển nước và lượng mưa hữu hiệu*

Vòng chu chuyển nước trên hành tinh thông qua lực của năng lượng mặt trời là như sau: Đầu tiên mây được hình thành do sự bốc hơi nước của biển và rừng. Mây di chuyển, hơi nước đọng lại thành nước và rơi xuống thành mưa. Nước mưa tạm thời ngưng đọng trên cây cỏ và trong đất rồi di chuyển theo nhiều cách như bốc hơi và chảy trên mặt (nguồn của sông ngòi). Sau cùng nước mưa trở lại biển và lại bốc hơi trở lại thành mây.

Nguồn nước của nước trong đất là nước mưa. Tuy nhiên chỉ một phần nước mưa được cây cỏ sử dụng, phần còn lại bị mất đi bằng nhiều cách. Tổng lượng nước rơi xuống đất gọi là lượng nước mưa hiện tại.

Lượng mưa hữu hiệu là tổng lượng nước mưa được dự trữ trong đất được sử dụng cho cây cỏ và cho các nhu cầu khác (thí dụ, nước sinh hoạt), loại trừ phần mất đi do chảy trôi và bốc hơi.

Lượng mưa hữu hiệu là nguồn lực cho cây cỏ, động vật và nông nghiệp.

Lượng nước mưa hữu hiệu tăng lên hay không tùy thuộc vào lượng mưa, loại đất, mật độ thảm thực vật, địa hình.

Những cách để tăng "lượng mưa hữu hiệu cho nông nghiệp:

- Cung cấp chất hữu cơ cho đất để tăng khả năng giữ nước của đất.
- Trồng cây và cỏ lâu bền để chúng giữ được nhiều nước.

- Tạo lớp phủ đất bằng thực vật và chất hữu cơ để giảm bớt sự xói mòn mạnh do hạt mưa.

- Nơi đất dốc, cần canh tác bậc thang hay canh tác theo đường viền để giảm bớt sự mất nước.

Việc bảo tồn rừng và trồng rừng hiện nay là cách hữu hiệu nhất để tăng lượng mưa hữu hiệu trên một khu vực. Rừng giữ được một lượng nước mưa rất lớn và sẽ nhả nước đó ra dần dần, đó là nguồn nước của các sông ngòi. Hơn nữa, rừng làm tăng thêm và duy trì lượng mưa hiện tại qua việc hình thành mây từ sự bốc hơi đặc biệt là ở nơi nội địa xa biển.

### ***b. Sự khác biệt giữa nông nghiệp và rừng tự nhiên***

\* Sự đa dạng: Khác biệt lớn nhất là số lượng các loài. Có một sự đa dạng rất lớn về các loài cây trong rừng tự nhiên, hơn 100 loài đã tìm thấy trên diện tích 1/2 ha. Trên đất nông nghiệp chỉ có ít loài hoặc đôi khi chỉ có một loài độc nhất (độc canh) trên 1/2 ha. Độc canh trong nông nghiệp là nguyên nhân chủ yếu của sự mất cân bằng của hệ sinh thái nông nghiệp.

\* *Tình hình dịch bệnh*: Trong rừng tự nhiên phần lớn không có vấn đề dịch bệnh và không bao giờ xảy ra tình trạng một loại sâu hoặc một thứ bệnh tàn phá được toàn bộ một khu rừng tự nhiên. Còn trong nông nghiệp, một loại sâu hay một thứ bệnh có thể phá hoại toàn bộ một vụ thu hoạch. Lí do chủ yếu là do độc canh hoặc thiếu đa dạng. Trong rừng tự nhiên, sâu hại hay bệnh không thể nổ bùng ra một cách biệt

lập vì có sự đa dạng về loài cây và có dây chuyền thức ăn cân đối, nó đặt loài sâu vào những điều kiện nhất định (số lượng bị hạn chế). Nếu có dịch bệnh thì cũng không thể huỷ diệt được toàn bộ rừng vì sâu bệnh chỉ tấn công vào một số loài cây (thói quen ăn của một số loài sâu).

*\* Độ phì của đất:* Độ phì của đất trong rừng tự nhiên tăng dần và bền lâu, vì vòng chu chuyển dinh dưỡng không bị đảo lộn và có thảm thực vật trên mặt đất. Vòng chu chuyển dinh dưỡng làm tăng độ phì của đất và tán thực vật duy trì độ phì đó.

Trong nông nghiệp, phần lớn sinh khối bị lấy đi khỏi đất canh tác qua mỗi vụ thu hoạch. Rất ít hoặc có khi không có một chút sinh khối nào được trả lại đất nên độ phì của đất nông nghiệp ngày càng giảm sút. Đất trống, đất trọc gây ra xói mòn đất làm cho sự giảm sút độ phì càng lớn hơn.

*\* Sản xuất sinh khối:* Rừng tự nhiên có thể sản xuất một lượng sinh khối khổng lồ. Lí do chủ yếu là cấu trúc nhiều tầng của cây cối trong rừng và do vòng chu chuyển dinh dưỡng không bị đảo lộn. Nhiều tầng bảo đảm sử dụng tối đa năng lượng tự nhiên (mặt trời, mưa, gió) và vòng chu chuyển dinh dưỡng cung cấp độ phì cho đất. Rừng tự nhiên không còn đầu vào nhân tạo.

Trên đất nông nghiệp, cấu trúc của cây cỏ là theo chiều ngang nên không thể sử dụng năng lượng tự nhiên một cách thích đáng.

Vòng chu chuyển dinh dưỡng bị đảo lộn do người lấy sản phẩm (có khi lấy hết) đi khỏi đất. Vì vậy sản lượng của đất nông nghiệp kém sản lượng của rừng tự nhiên nhiều, mặc dù có nhiều "đầu vào" nhân tạo.

### *c. Đặc điểm của hệ sinh thái nhiệt đới*

Mỗi vùng khí hậu trên trái đất đều có những đặc điểm sinh thái. Giữa các hệ sinh thái ôn đới và nhiệt đới có sự khác biệt đáng kể về lượng mưa (phân phối và số lượng), lượng sản xuất sinh khối, kiểu thực vật, loại đất và nhiều mặt khác. Nếu một hệ nông nghiệp không thích hợp với hệ sinh thái thì nó sẽ không bền vững về sức sản xuất và thường làm xáo trộn hệ cân bằng sinh thái của khu vực. Do vậy có một hệ nông nghiệp thích hợp là điều thiết yếu.

\* *Khí hậu nhiệt đới*: Nhiệt độ cao và nắng gắt; thời gian có nắng tương đối dài hơn so với vùng ôn đới. Lượng mưa cực lớn: mưa mạnh, tập trung lượng mưa lớn và theo mùa (mùa mưa và mùa khô). Lượng mưa hữu hiệu bị giảm thấp, do chảy mạnh trên mặt đất. Nhiệt độ và độ ẩm cao ở vùng nhiệt đới tạo ra những điều kiện tối ưu cho sự phân huỷ diễn ra nhanh chóng. Các chất khoáng sẵn sàng cho cây được cung cấp sớm hơn nhưng lượng chất hữu cơ lại không tồn tại trong đất lâu bền.

\* *Cấu trúc nhiều tầng của rừng tự nhiên*: Khí hậu nhiệt đới rất cực đoan và lượng hữu cơ trong đất tương đối ít. Loại hệ thực vật này là thích hợp với những điều kiện như vậy. Thiên nhiên đã chỉ cho

chúng ta một cơ chế lí tưởng trong rừng tự nhiên là một thảm thực vật nhiều tầng. Cấu trúc của rừng gồm có: cây lớn với tán rộng có thể che phủ toàn bộ rừng; cây nhỏ dưới tán của các cây lớn; cây nhỏ và cây ưa bóng dưới cây nhỏ; đất có cỏ và thảm mục. Ánh sáng gay gắt phần lớn được lá cây sử dụng và không bao giờ rơi trực tiếp xuống mặt đất. Tác động xói lở đất của mưa lớn bị tán cây cao nhất, cây nhỏ và cây nhỏ thu hút và nước mưa không bao giờ rơi trực tiếp xuống mặt đất. Như vậy nước mưa ngấm từ từ vào thảm mục, đất và rễ cây trong rừng được hưởng hiệu quả tối đa.

*\* Nông nghiệp trong hệ sinh thái nhiệt đới:* Khí hậu và sự phân huỷ nhanh chóng chất hữu cơ diễn ra một cách tích cực trong rừng không hoạt động theo cùng một kiểu như trong nông nghiệp. Canh tác nông nghiệp bắt đầu bằng việc chặt và khai hoang rừng. Bằng cách đó, 90% tổng chất dinh dưỡng bị lấy khỏi đất và đất sẽ thiếu chất hữu cơ, mất dần độ phì, khả năng giữ nước và cả các phẩm chất tốt khác. Hơn nữa ánh sáng gay gắt có thể chiếu trực tiếp tới mặt đất và sẽ làm thoái hoá cấu trúc đất, làm cho đất rắn lại. Mưa dữ dội dễ xói trực tiếp vào mặt đất và lớp đất mỏng trên mặt chỉ có ít khả năng giữ nước nên sẽ xảy ra xói mòn đất.

Hệ sinh thái nhiệt đới rất cực đoan nhưng sự cân bằng rất mong manh. Do đó phải xây dựng một hệ canh tác thích hợp, có khả năng sử dụng năng lượng và tài nguyên thiên nhiên một cách thích đáng, có

sức mạnh chống các thiên tai và không có tính chất phá hoại đối với cân bằng sinh thái của khu vực. Nếu chúng ta thành công trong việc xây dựng những hệ canh tác thích hợp cho vùng nhiệt đới, thì năng lực sản xuất của những hệ nông nghiệp đó có thể lớn hơn so với nông nghiệp hiện đại ôn đới.

## **2. Xây dựng nông nghiệp bền vững**

Dựa vào phân tích hệ sinh thái của rừng tự nhiên có thể thấy nông nghiệp bền vững phải bảo đảm: năng suất cao hơn so với nông nghiệp hiện tại, không phá hoại môi trường xung quanh, bảo đảm khả năng thực thi, ít lệ thuộc vào những tư liệu sản xuất, vật tư kỹ thuật, hàng hóa tiêu dùng nhập từ ngoài. Những nguyên tắc xây dựng nông nghiệp sinh thái có thể tóm tắt như dưới đây:

### ***a. Tính đa dạng***

Trong rừng tự nhiên hầu như không có vấn đề dịch bệnh nghiêm trọng. Nguyên nhân là có tính đa dạng về loài cây, động vật và vi sinh vật. Thí dụ, có khoảng 100 loài cây mọc trên 1/2 ha rừng tự nhiên, thế nhưng trên cùng diện tích đất nông nghiệp đó, chỉ có 5-10 loài, thậm chí một loài trong nông nghiệp độc canh.

Tính đa dạng đảm bảo được cân bằng sinh thái (sự ổn định), còn độc canh là một hệ canh tác không ổn định nhất và mẫn cảm với những hiện tượng như bùng nổ dịch bệnh. Tăng cường tính đa dạng của nông nghiệp cũng làm tăng nguồn thu nhập, giảm

nhẹ nguy cơ thất bát toàn bộ mùa màng. Những phương pháp canh tác bảo đảm tính đa dạng của nông nghiệp bao gồm:

- \* Trồng những loài giống cây khác nhau;
- \* Lai tạo giống;
- \* Luân canh;
- \* Trồng cây lưu niên và cỏ ở khu giáp ranh;
- \* Bảo tồn và phát triển gia súc, gia cầm

### ***b. Chú ý bảo vệ đất***

Đất không phải chỉ có tính chất vật lí là làm giá đỡ cho cây, giữ nước và chất dinh dưỡng. Đất là một vật thể sống. Đất có sức sống là đất có vô vàn vi sinh vật trong đất. Hoạt động của vi sinh vật là yếu tố quyết định sức khỏe và độ phì nhiêu của đất. Đất cần được nuôi dưỡng chăm sóc. Những điều kiện sau đây đảm bảo cho đất sống:

- \* Bón cho đất thường xuyên bằng chất hữu cơ;
- \* Phủ đất thường xuyên để chống xói mòn;
- \* Khử những yếu tố gây hại như các hoá chất dùng trong nông nghiệp.

### ***c. Tái chu chuyển***

Trong rừng tự nhiên, có một vòng chu chuyển dinh dưỡng dựa vào đất: Mọi cái bắt nguồn từ đất và được trở về với đất. Do chu chuyển này, mọi cái đều cần trong tự nhiên, mọi cái đều hỗ trợ lẫn nhau. Chu chuyển này là điểm mấu chốt để sử dụng đúng mức tài nguyên, nhưng trong thực tiễn nông nghiệp, chu

chuyển này luôn luôn bị rối loạn và làm nảy sinh nhiều vấn đề.

Trong đất nông nghiệp, hầu như tất cả sản lượng sinh khối bị lấy đi khỏi đất do thu hoạch. Chỉ có một số ít chất khoáng được thêm vào qua phân hoá học, do đó độ phì của đất bị kiệt. Trong chăn nuôi, người ta cố giữ bò hay gà càng nhiều càng tốt ở một khu có giới hạn: mua vật nuôi, thức ăn từ bên ngoài. Thu nhập có thể tăng, nhưng không có diện tích để trả lại cho đất một lượng lớn phân bò hay phân gà và gây ô nhiễm cho khu vực. Thế là vừa giảm độ phì do thiếu chất hữu cơ, vừa gây ô nhiễm do quá nhiều chất hữu cơ.

Vì vậy phải tạo ra mối quan hệ đúng đắn giữa các thành phần nông nghiệp (cây trồng, vật nuôi, thủy sản, cây rừng), để có lợi cho từng thành phần và cho toàn thể. Tái chu chuyển là điểm mấu chốt trong việc sử dụng tài nguyên ngoài đồng, trong vườn và giảm bớt lệ thuộc vào bên ngoài.

#### ***d. Cấu trúc nhiều tầng***

Nếu ánh sáng mặt trời và nước mưa được đất nông nghiệp sử dụng thích đáng, thì chúng có thể mang lại nhiều lợi ích cho đất. Nếu không, chúng trở thành những nguyên nhân chính gây hạn hán, lũ lụt và xói mòn đất. Nắng và mưa nhiều là đặc điểm của khí hậu nhiệt đới, nên nông nghiệp nhiệt đới càng rất cần xây dựng cấu trúc nhiều tầng.

## IV. Ô NHIỆM ĐẤT VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐẤT

### 1. Sự hình thành đất

Đất được hình thành từ đá theo hai quá trình là *quá trình phong hoá và quá trình tạo thành các chất dinh dưỡng trong đất* (gọi tắt là quá trình tạo thành đất).

Quá trình phong hoá là quá trình biến đổi các khối nham thạch cứng rắn có khối lượng lớn thành những hạt mềm rời có kích thước nhỏ như sỏi, cát, đến rất nhỏ như các hạt sét nhờ tác động của các yếu tố khí hậu như mưa, gió, nhiệt độ qua một thời gian dài hàng trăm ngàn năm.

Quá trình tạo thành đất là quá trình tạo ra đầy đủ các yếu tố của độ phì đất, khiến cho đất trở thành môi trường cho thực vật có thể phát triển được. Quá trình này nhờ tác động của các hoạt động sống của các sinh vật cũng như các hoạt động do con người tạo nên...

Cả hai quá trình trên không tách rời nhau mà gần như tác động đồng thời trong suốt quá trình hình thành của đất.

Sự hình thành của đất chịu tác động của các nhân tố chủ yếu như: Đá gốc, địa hình, khí hậu, hoạt động

sống của thế giới sinh vật, sự sử dụng đất của con người và thời gian.

- Đá gốc: Loại đá gốc và tính chất của đá gốc, nhất là độ cứng của đá đã ảnh hưởng rất lớn đến sự tạo thành đất thông qua sự vụn vỡ của nó dưới tác động phong hoá của nhiệt độ, gió, mưa.

- Khí hậu: Khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ và độ ẩm cũng ảnh hưởng lớn đến sự hình thành đất, tác động đến các sinh vật và sự vụn vỡ của đá. Nhờ có năng lượng ở dạng nhiệt và có vai trò của nước, các sinh vật trong đất mới sinh trưởng, phát triển và đá mới bị phá huỷ và vụn vỡ thành các hạt nhỏ để sau đó tạo thành đất.

- Địa hình: Địa hình đóng vai trò tái phân phối những năng lượng mà thiên nhiên cung cấp cho mặt đất. Thí dụ như cùng ở một nhiệt độ, nghĩa là được nhận một lượng nhiệt mặt trời như nhau nhưng ở vùng núi cao thì lạnh, ở dưới thấp thì nóng hoặc cùng một lượng mưa ở vùng trũng thì bị lụt, còn ở vùng cao lại bị hạn.

- Sinh vật: Trong quá trình biến sản phẩm phong hoá thành đất trồng trọt thì vai trò của sinh vật đặc biệt quan trọng trong các khâu cung cấp chất hữu cơ, đạm, giữ và tập trung chất dinh dưỡng, cải thiện kết cấu đất... Ngược lại, các thành phần trong đất cũng được coi là các chất liệu mà sinh vật có thể sử dụng để phát triển bản thân chúng.

- Thời gian: Sự hình thành đất đòi hỏi phải có thời

gian dài nên thời gian có thể coi là một yếu tố đặc biệt trong sự hình thành đất. Mọi yếu tố ngoại cảnh tác động, mọi quá trình diễn biến trong đất đều đòi hỏi một thời gian nhất định. Vả lại, bản thân chúng cũng biến đổi theo thời gian... Vì vậy, đất cũng biến đổi theo thời gian.

- Con người: Vai trò của con người khác hẳn các yếu tố kể trên. Qua hoạt động sống, nhờ các thành tựu khoa học, con người tác động vào thiên nhiên và đất đai một cách mạnh mẽ. Tác động này có thể là tích cực, phù hợp với quy luật tự nhiên, đem lại lợi ích cho con người như tưới nước, tiêu nước, bón phân cho đất đai xấu, trồng rừng cho đồi trọc... hoặc là tác động tiêu cực như làm ô nhiễm đất bởi các chất độc hoá học, phá rừng gây xói mòn đất.

Thành phần chính của đất là các chất rắn vô cơ và hữu cơ. Ngoài ra, trong các khe rỗng giữa các hạt của đất còn có chứa không khí, nước, các chất dinh dưỡng hoà tan và nhiều loại côn trùng, vi sinh vật sống trong đất.

**Chất vô cơ:** Do bản thân đất là đá vỡ vụn mà tạo thành, nên các chất vô cơ là thành phần chủ yếu của đất, chiếm 87-98% trọng lượng khô. Các nguyên tố ôxy và silic chiếm tới 82% trọng lượng đất. Ngoài ra còn có nhôm, sắt và một số nguyên tố khác. Các nguyên tố cần thiết cho cây trồng như H, C, S, P, N chỉ chiếm 0,5% trọng lượng của đất. Các chất khó hoà tan trong đất như  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tạo nên bộ xương, phần chủ yếu của đất.

**Chất hữu cơ:** Chất hữu cơ trong đất đóng vai trò hết sức quan trọng đối với sự bền vững của mùa màng, chủ yếu là thông qua những tương tác của nó với các tính chất vật lý, hoá học của đất, liên quan đến việc giải phóng chất dinh dưỡng, việc duy trì cation và cấu trúc của đất. Chất hữu cơ trong đất tuy chỉ chiếm vài phần trăm trọng lượng khô, nhưng lại là bộ phận quan trọng nhất của đất. Quá trình phân huỷ chất hữu cơ tạo ra chất mùn cho đất.

Các chất hữu cơ trong đất bị biến đổi theo hai quá trình: (1) quá trình mùn hoá- tạo nên chất mùn từ xác sinh vật và tổng hợp một số chất hữu cơ từ chất vô cơ nhờ vi khuẩn, (2) quá trình khoáng hoá để phân huỷ chất hữu cơ thành các chất vô cơ như muối khoáng,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ... Trong đó có những chất khoáng hoà tan, cần thiết cho cây trồng.

Trong các loại đất, chất hữu cơ có thể khác nhau cả về khối lượng cũng như chất lượng, tạo ra những dạng giải phóng chất dinh dưỡng khác nhau. Các chất hữu cơ đưa vào từ bên ngoài có thể tác động đến cả thành phần lẫn tốc độ giải phóng chất dinh dưỡng ngắn hạn và dài hạn từ chất hữu cơ trong đất. Chất hữu cơ duy trì cấu trúc của đất, ngoài ra chúng còn đóng vai trò đệm đối với các loại phân bón hoá học, bổ sung ảnh hưởng có lợi và làm giảm tác hại có thể có của chúng.

**Nước:** Trong đất, nước được chứa trong các khe rỗng giữa các hạt đất. Nước và các hạt vô cơ, các chất hữu cơ hoà tan trong nước được coi là thành phần

lỏng của đất, nó tạo độ ẩm cho đất và cung cấp lại cho cây trồng để sử dụng trong quá trình sinh trưởng. Đất được coi là nơi giữ ẩm, là nơi cung cấp nước cho cây trồng. Nếu ta biết được khả năng giữ ẩm của đất thì có thể xác định được nhịp độ và lượng nước tưới cần cung cấp một cách hợp lý cho cây trồng.

Nước trong đất và nước ngầm là dung môi hoà tan các chất hoá học, trong đó có các chất dinh dưỡng và ngược lại, nếu nước ra khỏi đất, nó sẽ mang theo nhiều chất khác nhau, trong đó có các chất khoáng cần thiết cho cây trồng.

Mọi hoạt động sinh học và hoá học đều phụ thuộc vào lượng thích hợp của nước trong đất. Hoạt động này bao gồm các quá trình phân huỷ, khoáng hoá, tiếp nhận chất dinh dưỡng và sự phát triển của thực vật.

*Sinh vật trong đất:* Không có sinh vật thì đã chưa tạo thành được đất. Nhờ có vòng tuần hoàn sinh học thì đá vụn, sản phẩm của quá trình phong hoá mới biến được thành đất. Các sinh vật chết đi để lại chất hữu cơ, gọi là chất mùn tạo nên độ phì nhiêu cho đất. Chính nhờ chất mùn này mà các thế hệ thực vật kế tiếp nhau lấy chất dinh dưỡng để tồn tại, phát triển và sau đó lại chết đi để lại chất hữu cơ cho thế hệ sau. Vì sinh vật đóng vai trò quan trọng trong vòng tuần hoàn sinh học này. Trong mỗi gam đất có từ hàng trăm triệu đến hàng tỷ vi sinh vật các loại. Chúng tích lũy một lượng lớn các nguyên tố dinh dưỡng hoà tan trong quá trình phong hoá, đặc biệt là

đưa vào đất nitơ phân tử từ không khí ở dạng chất hữu cơ chứa nitơ của bản thân chúng. Mặt khác, chính chúng lại phân giải chất hữu cơ từ thực vật đưa vào đất, rồi tổng hợp nên chất hữu cơ đặc biệt - chất mùn trong đất. Cùng với vi sinh vật, động vật nguyên sinh và các động vật không xương sống khác trong đất cũng góp phần quan trọng trong việc hình thành đất. Mỗi gam đất chứa tới vài chục vạn động vật nguyên sinh và động vật không xương sống.

Quá trình trên cho thấy đất không phải là một khối vật chất "trơ" mà là một hệ thống cân bằng của một tổng thể gồm các thể khoáng nghiền vụn, các chất hữu cơ và những sinh vật đất ở trạng thái cân bằng động.

## 2. Đặc tính của đất

Đất có nhiều đặc tính, trong đó nổi bật là tính thấm nước và tính hấp phụ các loại vật chất như chất dinh dưỡng, các chất khoáng...

Đất có tính thấm nước là do trong đất có các lỗ hổng hay khe rỗng giữa các hạt đất, nhờ đó nước từ trên bề mặt đất có thể chuyển vào trũ trong đất và mang vào đất các loại vật chất, các chất dinh dưỡng tham gia vào quá trình biến đổi vật chất bên trong đất hoặc vận chuyển chúng xuống dưới sâu. Nước thấm vào đất chủ yếu nhờ trọng lực của các hạt nước gọi là thấm trọng lực, nhưng khi các hạt nước thấm còn nhỏ chưa đủ trọng lực để thấm vào đất chúng cũng có thể thấm vào đất nhờ lực mao quản trong các

khe rỗng của đất gọi là thấm mao quản. Tính thấm của đất phụ thuộc vào loại đất và thành phần hạt của đất.

Tính hấp phụ phản ánh khả năng giữ các loại vật chất bao quanh bề mặt của hạt đất. Khả năng hấp phụ của đất tạo ra khả năng giữ nước, giữ chất dinh dưỡng của đất cũng như điều hoà các chất dinh dưỡng cho cây trồng.

Đất sỏi dĩ có tính hấp phụ là nhờ trên bề mặt các hạt đất, nhất là các hạt có đường kính nhỏ hơn 0,001 mm có một lớp ion tích điện bao quanh. Các ion này có thể hút các hạt vật chất mang điện tích trái dấu và giữ chúng trên bề mặt của hạt đất. Quan hệ giữa tính hấp phụ của đất và nồng độ các ion ngoài dung dịch đất là một mối quan hệ trao đổi. Thông thường đất nào có nhiều mùn và nhiều sắt thì khả năng hấp phụ sẽ cao.

Ngoài ra, tùy theo thành phần các chất có trong đất mà đất có thể mang tính mặn, tính chua (tính axit) hoặc tính kiềm. Độ chua, độ mặn và độ kiềm của đất có ảnh hưởng lớn đến hoạt động sống của vi sinh vật, cây trồng và nhiều tính chất khác của đất. Thí dụ như khi pH nhỏ hơn 7 là đất chua. Đất chua do nhiều nguyên nhân như do mưa cuốn trôi các chất kiềm thổ Ca, Mg... và chỉ còn lại các chất gây chua như  $H^+$ ,  $Al^{3+}$ ... do bón nhiều phân hoá học như  $(NH_4)_2SO_4$  do cây trồng hút  $NH_4$  của đất còn lại  $SO_4$  và làm chua đất, hoặc do mưa axit.

### **3. Tác động của con người tới chất lượng đất**

Con người, thông qua các hoạt động sống và phát triển kinh tế xã hội đã có nhiều tác động tích cực hoặc tiêu cực tới môi trường đất. Những tác động chủ yếu bao gồm:

#### ***a. Làm xói mòn và thoái hoá đất***

Các hoạt động không hợp lý của con người như phá rừng, canh tác không hợp lý có thể làm gia tăng xói mòn đất và dẫn đến thoái hoá đất.

#### ***b. Làm ô nhiễm đất***

Các chất thải độc hại của sản xuất công nghiệp của con người (rác thải, nước thải, khí thải) có thể làm ô nhiễm đất. Việc sử dụng quá mức phân bón và thuốc trừ sâu trên đồng ruộng cũng ảnh hưởng làm ô nhiễm đất.

#### ***c. Làm biến đổi xấu tới chất lượng đất như mặn hoá, chua hoá***

Việc khai thác và sử dụng nguồn nước không hợp lý của con người như tưới, tiêu... có thể làm biến đổi xấu đến chất lượng đất như là làm tăng độ mặn của đất, làm đất bị chua hoá hay kiềm hoá, làm gia tăng xâm nhập mặn ở vùng cửa sông.

#### ***d. Làm mất cân bằng dinh dưỡng trong đất***

Canh tác và bón phân không hợp lý có thể làm mất cân bằng dinh dưỡng trong đất và ảnh hưởng đến chất lượng đất canh tác.

*e. Phá hoại cấu trúc đất và các tổ chức sinh học của đất*

Sử dụng các máy móc nặng khi vận chuyển, khi thi công xây dựng... sẽ làm cấu trúc đất của khu ruộng bị phá hoại và khó khăn cho canh tác sau này. Các tổ chức sinh học trong đất như côn trùng... cũng bị ảnh hưởng nghiêm trọng.

*\* Xói mòn đất và các nhân tố ảnh hưởng đến xói mòn*

Xói mòn đất là một hiện tượng tự nhiên đã diễn ra hàng ngàn năm như là một bộ phận của các quá trình địa chất và sự biến đổi của khí hậu. Đó là quá trình rửa trôi trên bề mặt đất cuốn trôi các hạt đất, các chất mùn sản phẩm của chu trình sinh học và các chất dinh dưỡng của đất. Xói mòn sẽ làm cho thành phần các chất dinh dưỡng trong đất nghèo đi và khiến cho đất bị thoái hoá.

Xói mòn trên bề mặt đất chủ yếu do tác động xói của nước chảy trên bề mặt sườn đất dốc hay do gió... Tuy nhiên, cũng cần thấy rằng sở dĩ xói mòn đất gia tăng trong hơn nửa thế kỷ qua còn do sự khai thác và sử dụng không hợp lý tài nguyên đất của con người như phá rừng để lấy gỗ, đốt than, làm nương rẫy... làm cho đất mất lớp phủ thực vật bảo vệ trên bề mặt nên xói mòn đất trên bề mặt đất tăng lên, làm mất các chất dinh dưỡng, chất mùn... dẫn đến thoái hoá đất. Hiện tượng xói mòn đất đã làm suy thoái đất, hàng năm trên thế giới nó đã cướp đi từ 5 đến 7 triệu ha đất canh tác với khoảng 25.000 triệu tấn đất mặt bị cuốn trôi đi. Trên quy mô thế giới hiện tượng xói mòn

đất đã đẩy cuộc sống của gần một tỷ người vào tình trạng rủi ro.

Ở Việt Nam, vùng đồi núi nước ta thường có địa hình chia cắt và độ dốc lớn. Trong mùa mưa thường hay có mưa với cường độ lớn xảy ra. Thảm phủ rừng nhiều nơi lại bị phá một cách nghiêm trọng nên xói mòn đất đã tương đối phổ biến tại hầu hết vùng trung và thượng du lưu vực các sông, gây nhiều hậu quả xấu đối với môi trường cũng như đối với sản xuất nông nghiệp.

Hiện tượng xói mòn còn gây nên nhiều tác động khác đối với môi trường tự nhiên. Đất bị cuốn trôi khỏi các sườn đất dốc trần trụi sẽ làm tăng lượng bùn cát trong sông, gây bồi lắng làm giảm tuổi thọ các hồ chứa và luồng lạch trong sông làm trở ngại cho giao thông thủy. Đáy sông dâng cao cũng làm tăng nguy cơ lũ lụt.

Cường độ xói mòn đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu là độ dốc địa hình, độ che phủ của cây trên bề mặt đất, cường độ mưa và đặc tính đất. Xói mòn đất thường phát triển mạnh trong những điều kiện sau:

Mưa có cường độ lớn và kéo dài trong nhiều ngày.

Nước chảy trên bề mặt đất có tốc độ lớn làm tăng tốc độ xói trên bề mặt.

Đất có cấu trúc yếu dễ bị phá vỡ khi có nước chảy trên mặt.

Đất có độ kết dính giữa lớp đất mặt và các lớp đất bên dưới kém.

Đất có độ dốc lớn hoặc trung bình, sườn dốc dài và có độ nhám thấp.

Đất không có lớp phủ thực vật trên bề mặt hoặc lớp che phủ kém, không đủ bảo vệ bề mặt đất khỏi bị xói khi dòng chảy trên mặt đất có tốc độ lớn.

Biện pháp hạn chế và khắc phục xói mòn:

Tuy nhiên đối với đất đã bị xói mòn thì cũng có thể dùng những biện pháp để giảm hiện tượng xói mòn và dần dần khôi phục lại chất lượng đất như cũ khi chúng ta có những biện pháp quản lý và biện pháp canh tác nông lâm nghiệp thích hợp.

*Biện pháp quản lý:* Đối với các vùng đất tự nhiên, để hạn chế xói mòn đất phải tăng cường quản lý bảo vệ thảm phủ thực vật trên bề mặt đất. Trong những khu vực rừng bị phá phải bảo vệ diện tích rừng còn lại và trồng thêm diện tích rừng trồng mới để đảm bảo độ che phủ thích hợp bảo vệ được mặt đất chống xói mòn của nước.

*Biện pháp kỹ thuật:* Đối với các vùng đất canh tác có độ dốc lớn và đang bị ảnh hưởng của xói mòn cần phải sử dụng các phương pháp kỹ thuật kết hợp giữa nông - lâm nghiệp - thủy lợi để bảo vệ đất chống xói mòn như: Dùng phương pháp canh tác thích hợp với địa hình. Thí dụ như làm ruộng bậc thang, trồng cây theo đường đồng mức độ cao, trồng cây theo từng băng, dải để chia chiều dài sườn dốc thành nhiều

đoạn ngắn hơn nhằm giảm tốc độ nước chảy trên bề mặt.

Trồng các loại cây thích hợp với đặc tính đất, có khả năng giữ đất và hạn chế xói mòn...

Đào các rãnh hứng nước theo đường đồng mức và trồng cỏ trong các rãnh tiêu thoát nước mưa trên sườn dốc để hạn chế xói trên bề mặt.

Đắp các bờ ngăn bằng đất hoặc đá xếp dọc theo đường đồng mức để ngăn cản và làm giảm tốc độ dòng chảy trên bề mặt dốc...

Xây hoặc đắp các đập và giếng tiêu cắt ngang các đường tiêu nước tại những vị trí quá dốc để hạn chế tốc độ nước và giảm tác động xói ở hạ lưu.

*\* Sự nhiễm mặn của đất*

*+ Độ mặn đất*

Tất cả các loại đất đều chứa các muối bắt nguồn từ đá bị phong hoá thành đất. Trong quá trình sử dụng đất và theo thời gian, một số muối có thể hoà tan và theo dòng nước thấm xuống dưới rồi lại tiếp tục chuyển đi theo nước ngầm để cuối cùng ra biển.

Nồng độ các muối trong đất biểu thị độ mặn của đất. Trong trường hợp bình thường thì sự có mặt các muối gây nên độ mặn của đất không ảnh hưởng gì tới chất lượng đất và việc sử dụng đất. Tuy nhiên, nếu thành phần các muối quá lớn, vượt quá mức bình thường thì có thể nói đất đã bị nhiễm mặn hay bị mặn hoá.

Nói chung, sự mặn hoá của đất là do sự tích tụ quá

mức các muối trong lớp đất phía trên từ các nguồn đến từ bên ngoài. Ngoài ra, quá trình mặn hoá của đất còn liên quan đến sự đảo ngược của quá trình thấm xuống, tức là sự quay trở lại các lớp đất phía trên của muối đã theo dòng thấm xuống trước đây. Nhiều quá trình mặn hoá của đất ngày nay là do các hoạt động của con người gây ra, đặc biệt do quá trình tưới không hợp lý trong các điều kiện khí hậu khô nóng.

Đất bị mặn hoá thì ảnh hưởng đến sự phát triển của cây trồng.

Sở dĩ cây trồng trong vùng đất mặn không phát triển được như bình thường bởi vì nồng độ muối cao trong đất sẽ làm cho áp suất thẩm thấu của dung dịch đất tăng lên, khiến cho việc hút nước của rễ cây gặp khó khăn.

Mặt khác trong vùng đất nhiễm mặn có thể gây độc hại cho cây trồng do cây trồng có thể hấp phụ quá mức các ion như  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  và  $\text{B}^{3+}$  dẫn đến việc tích tụ các ion này trong lá làm cho các lá cây bị xém gây khó khăn cho sự phát triển của cây.

#### *+ Sự mặn hoá do tưới*

Tất cả nước tưới đều chứa một số muối nhất định và đều có nguồn gốc từ nước mưa. Trong quá trình chảy, nước mưa thấm qua đất tới nước ngầm rồi tập trung ra sông, trên đường đi nó hoà tan các muối. Vì thế sử dụng nước ngầm để tưới cần lưu ý về hàm lượng muối chứa trong nước ngầm có thể có ảnh hưởng đến sự mặn hoá của đất.

Điều này đặc biệt đúng đối với những vùng khí hậu khô, do lượng mưa ít và lượng bốc hơi nhiều nên nước ngầm không được ngọt hoá trở lại một cách thường xuyên như các vùng khí hậu ẩm và các muối trở nên đậm đặc hơn... Nồng độ muối của nước sông trong mùa kiệt vì thế thường cao hơn trong mùa mưa.

Mỗi lần tưới mang một lượng muối nhất định vào trong vùng rễ. Khi nước bốc hơi, các muối ở lại trong vùng rễ và tích tụ lại. Theo thời gian lượng muối trong đất tăng lên và đất dần trở thành bị mặn hoá.

#### *+ Sự mặn hoá đất do bốc hơi từ nước ngầm*

Sự bốc hơi của nước ngầm từ đất cũng là một nguyên nhân làm đất bị mặn hoá. Trong thực tế, nước ngầm có thể bốc hơi trực tiếp từ mực nước ngầm ở những vùng có mực nước ngầm cao và nằm trong vùng bốc hơi. Nước ngầm được hút lên từ nơi sâu hơn và chính sự bốc hơi sẽ tạo nên một gradien cho dòng mao quản ngược lên từ mực nước ngầm đi vào vùng bay hơi. Khi nước bốc hơi, các muối ở lại trong vùng đất bị bốc hơi và làm cho đất dần bị mặn hoá. Để loại mặn hoá này có thể diễn ra thì nước ngầm chứa mặn phải không quá sâu sao cho có ở dòng mao quản ngược lên từ nước ngầm đến cùng bốc hơi.

#### *\* Ô nhiễm đất*

##### *+ Khái niệm*

Cũng như môi trường nước, môi trường đất cũng bị ô nhiễm do chất thải của các hoạt động công nghiệp,

nông nghiệp và sinh hoạt của con người. Các chất thải có thể là chất thải rắn (rác thải, chất phế thải), chất thải lỏng (nước thải) và bụi trong khí thải. Chúng đến mặt đất và gây ô nhiễm đất bằng nhiều con đường khác nhau như: (1) xả trực tiếp hay tập trung (chất đông...) trên bề mặt đất, (2) hoà tan trong nước và theo dòng thấm thâm nhập vào đất, (3) sa lắng hay lắng đọng xuống đất từ không khí (bụi khói công nghiệp).

Theo nguồn gốc phát sinh có thể phân ô nhiễm đất thành các loại:

Ô nhiễm đất do các chất thải sinh hoạt và công nghiệp; Ô nhiễm đất do hoạt động nông nghiệp; Ô nhiễm đất do tác động của ô nhiễm không khí; Ô nhiễm đất do tác nhân sinh học; Ô nhiễm đất do sự cố tràn dầu; Ô nhiễm đất do chiến tranh.

*+ Ô nhiễm đất do chất thải sinh hoạt và công nghiệp*

Chất thải sinh hoạt và công nghiệp gồm nước thải và rác thải cũng là một thành phần gây ô nhiễm đất rất đáng kể.

Đất thường được dùng làm chỗ tiếp nhận rác, phân và chất thải rắn khác ở các thành phố và các khu công nghiệp. Hàng ngày, các thành phố và các khu dân cư tạo ra một lượng lớn rác thải sinh hoạt thải vào môi trường. Sau đó theo nhiều đường khác nhau chúng thâm nhập vào đất.

Nói chung trong khu vực đô thị, mỗi người mỗi ngày tạo ra từ 0,4 kg đến 1,8 kg rác thải sinh hoạt

tuỳ theo từng loại đô thị. Lượng phân xả vào môi trường theo hệ thống cống rãnh thoát nước tính theo hàm lượng chất lơ lửng là từ 65 gam đến 100 gam mỗi người mỗi ngày đêm.

Trong rác thải sinh hoạt của đô thị có nhiều loại như đất cát, phế thải thực phẩm, lá cây, vật liệu xây dựng, các loại bao bì, phân người và súc vật. Nói chung rác thải sinh hoạt đô thị có hàm lượng chất hữu cơ lớn, độ ẩm cao và có nhiều vi khuẩn và vi trùng gây bệnh. Nước thải sinh hoạt trong các khu dân cư, đô thị thường chảy vào các cống, kênh tiêu nước rồi chảy ra sông, nhưng một phần cũng thấm trực tiếp xuống đất tại khu dân cư và các vùng lân cận và làm ô nhiễm đất.

Rác thải sinh hoạt có khối lượng lớn và thường tập trung vào bãi rác để chôn lấp hoặc chuyển đi chỗ khác. Các bãi tập trung hoặc chôn lấp rác nếu không theo một quy trình chặt chẽ để xử lý và chôn lấp thì cũng thường gây ô nhiễm đất tại khu vực này và ô nhiễm cả với nước ngầm.

Các hoạt động công nghiệp xả vào môi trường một lượng lớn nước thải và rác thải công nghiệp... Các chất thải làm thay đổi thành phần và chất lượng của đất như độ pH, quá trình nitơrat hoá và ảnh hưởng đến hoạt động của các sinh vật trong đất.

Quá trình khai khoáng thường gây ô nhiễm và suy thoái môi trường đất ở mức độ nghiêm trọng. Do khai mỏ, một lượng lớn phế thải, quặng... từ lòng đất đưa

lên trên bề mặt. Mặt khác, thảm thực vật trong khu vực khai khoáng bị huỷ diệt, đất có thể bị xói mòn. Một lượng lớn các phế thải, xỉ quặng theo khói và bụi bay vào không khí rồi lắng đọng xuống có thể làm nhiễm bẩn đất ở quy mô rộng hơn.

Các loại chất thải rắn được tạo nên từ hầu hết các khâu công nghệ sản xuất và trong quá trình sử dụng sản phẩm công nghiệp. Chúng có thể chứa nhiều thành phần độc hại đối với môi trường. Rác thải công nghiệp được tập trung tại nhà máy sau đó vận chuyển ra khỏi khu vực đến bãi chứa rác. Nhiều loại vật chất trong rác bằng đường này hay đường khác lại quay trở lại môi trường đất và làm ô nhiễm đất.

Các chất thải công nghiệp rất đa dạng về thành phần và kích cỡ, nhiều nguồn gốc khác nhau tùy thuộc vào ngành công nghiệp cũng như quy trình sản xuất, vật liệu đầu vào. Chúng chứa nhiều sản phẩm độc hại ở thể lỏng hoặc thể rắn. Nói chung, khoảng 50% chất thải công nghiệp ở dạng rắn như than, bụi, chất hữu cơ, xỉ quặng... trong đó có khoảng 50% có thể gây độc nguy hiểm. Trong các chất thải công nghiệp cũng chứa nhiều hoá chất và các kim loại nặng. Thí dụ phenol là chất thải của công nghiệp dệt, luyện kim đen, luyện than cốc... nên khi thấm vào đất nó sẽ làm cho đất và nước có mùi đặc biệt. Nếu đất bị nhiễm mặn thì nó có thể kết hợp với clo tạo thành clophenol là một chất rất độc có thể gây ung thư. Còn các kim loại nặng như Cu, Zn, Pb, Hg, Cr, Cd... thường có trong chất thải của nhiều ngành công

nghiệp, chúng thâm nhập vào đất thường làm ô nhiễm đất.

*+ Ô nhiễm đất do hoạt động nông nghiệp*

Nguồn gây ô nhiễm đất loại này chủ yếu trong nông nghiệp sử dụng những chất hoá học như phân bón hoá học và các loại thuốc bảo vệ thực vật để diệt côn trùng, diệt cỏ...

Người ta ước tính chỉ có khoảng một nửa số lượng phân bón đưa vào đất được cây trồng sử dụng, lượng còn lại là nguồn gây ô nhiễm môi trường đất. Chúng làm thay đổi thành phần và tính chất của đất, làm thay đổi cân bằng dinh dưỡng giữa đất và cây trồng.

Tất cả các loại thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ ngoài mang lại lợi ích diệt sâu bệnh bảo vệ mùa màng, chúng đều gây ô nhiễm môi trường đất. Hiện nay có trên 1000 loại hợp chất hoá học được sử dụng trên thế giới để làm việc này, trong đó có cả DDT. Thuốc trừ sâu và diệt cỏ thường phân huỷ chậm trong môi trường tự nhiên và dư lượng của nó tích tụ trong đất làm ô nhiễm đất gây nguy hiểm cho các sinh vật và cả con người... Việc sử dụng quá mức các thuốc trừ sâu như hiện nay đã làm giảm một cách đáng kể các loài sinh vật trong đất và như vậy làm cho đất giảm độ phì.

*+ Ô nhiễm đất do tác động của ô nhiễm không khí*

Khí thải công nghiệp làm ô nhiễm không khí và tạo ra mưa axit. Các hạt axit tạo thành trong khí quyển sa lắng khô hoặc ướt xuống bề mặt đất làm ô nhiễm đất.

Mưa axit rơi xuống mặt đất trước tiên là làm cho độ pH của đất giảm xuống và đất bị chua hoá. Ion  $H^+$  ngoài gây cho đất có độ chua, nó còn có khả năng trao đổi với các ion khác như  $Na^+$ ,  $Ca^+$ ,  $Mg^+$ ,  $K^+$ , thay thế các ion này và khiến cho các ion này bị nước mưa rửa trôi khỏi đất và đất trở nên cằn cỗi.

Ngoài ra, các axit có thể hoà tan các ôxít kim loại kiềm, cacbonat và tạo thành các loại muối trong đất như  $CaSO_4$ ,  $CaHCO_3$ ,  $CaCl_2$ ... làm tăng độ mặn của đất.

Trên thế giới, mưa axit đã gây biến đổi chất lượng đất của nhiều khu vực lớn. Năm 1956 trong khi đại bộ phận đất tại bán đảo Scandinaver hầu như trung tính thì miền đông nước Anh, Hà Lan, Bỉ đã xuất hiện vùng đất có pH nhỏ hơn 5. Đến năm 1961 trung tâm đất chua lại mở rộng đáng kể. Từ năm 1961 mưa axit đã làm cho trung tâm khu vực đã có pH nhỏ hơn 4, có thời gian pH còn xuống dưới 3 như tại Thụy Điển, có lúc pH của nước mưa hạ xuống đến 2,8. Đất bị axit hoá sẽ ảnh hưởng lớn đến năng suất cây trồng. Muốn khôi phục lại thì phải bón cho đất nhiều  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  và việc cải tạo này phải kéo dài hàng trăm năm.

Ô nhiễm không khí ngoài tác động gây mưa axit làm chua đất, các hạt bụi khói công nghiệp còn chứa nhiều thành phần các chất ô nhiễm công nghiệp khác, khi sa lắng xuống đất cũng làm ô nhiễm đất.

#### *+ Ô nhiễm đất do tác nhân sinh học*

Những tác nhân sinh học có thể làm ô nhiễm đất, gây bệnh cho người và động vật như trực khuẩn lỵ,

thương hàn hoặc amip, ký sinh trùng (giun, sán...). Sự ô nhiễm này do đổ bỏ chất thải và việc sử dụng phân bắc, phân tươi bón trực tiếp cho đất. Kết quả xét nghiệm trứng giun (đuă, tóc) ở đất trồng rau một số nơi ngoại thành Hà Nội cho thấy, nơi có tập quán sử dụng phân bắc thì mật độ trứng giun trong đất rất cao.

#### *+ Ô nhiễm đất do sự cố tràn dầu*

Trên thế giới cũng như ở nước ta trong những thập kỷ qua đã xuất hiện một dạng ô nhiễm đất do sự cố tràn dầu. Thí dụ như các vệt dầu loang do rò rỉ ống dẫn, từ sự cố vỡ tàu chở dầu của Singapore ở cảng Nhà Bè đã bao phủ hàng ngàn ha đất bồi ven sông, làm chết rừng ngập mặn, hoa màu, ruộng lúa. Ngày nay, việc khai thác dầu khí đã ngày càng tăng lên khiến cho nhiều vùng đất ven biển tại các khu khai thác có nguy cơ ô nhiễm đất do dầu tăng lên, đe dọa sự an toàn của sản xuất nông nghiệp và nghề cá.

#### *+ Ô nhiễm đất do chiến tranh*

Ở miền Nam nước ta, trong cuộc chiến tranh chống Mỹ vừa qua, Mỹ đã rải nhiều loại chất độc hoá học làm rụng lá cây và diệt cỏ có nồng độ cao xuống một diện tích khoảng hai triệu hecta. Với số lượng khoảng 100.000 tấn chất độc hoá học (với gần 120 kg dioxin) và 15 triệu tấn bom đạn được thả xuống đã không những gây nhiều sự biến đổi về dòng chảy tàn phá lớp phủ thực vật, đảo lộn lớp đất canh tác mà còn gây ra nhiễm độc đất rất nghiêm trọng và hậu quả của nó

còn dai dẳng kéo dài trong nhiều năm sau. Ước tính 43% diện tích đất trồng trọt và 44% diện tích đất rừng ở miền Nam nước ta đã bị ảnh hưởng nghiêm trọng này. Các chất độc hoá học tích tụ trong đất và vào cây trồng làm tổn hại sức khỏe và gây nên các bệnh rất nguy hiểm cho con người, như là bệnh ung thư, đẻ quái thai...

*\* Các biện pháp kiểm soát và hạn chế ô nhiễm đất*

*+ Phòng ngừa những nguồn gây ô nhiễm đất từ nước thải sinh hoạt và công nghiệp*

Kiểm soát không để nước thải có thành phần độc hại chảy vào môi trường đất gây ô nhiễm đất. Những nguồn này phải được xử lý trước khi thải ra đất.

Không dùng nước thải để tưới nếu nước thải có yếu tố độc hại. Chỉ dùng nước thải đã qua xử lý đảm bảo yêu cầu chất lượng nước tưới.

*+ Quản lý chặt chẽ rác thải và xử lý rác thải*

Quản lý rác thải là một quá trình tổng hợp gồm nhiều khâu như thu gom, vận chuyển, tập trung, chôn lấp hoặc xử lý chế biến rác thải. Quản lý chặt chẽ rác thải và các chất phế thải sinh hoạt và công nghiệp là vô cùng quan trọng để giảm nguồn gây ô nhiễm đất.

Tổ chức thu gom và vận chuyển rác thải về nơi tập trung để chôn lấp và xử lý.

Bãi chôn lấp phải đảm bảo tiêu chuẩn môi trường, nước thải từ bãi chôn lấp phải được tập trung để xử lý không để thấm xuống đất hoặc chảy ra vùng đất xung quanh.

Tăng cường việc phân loại và xử lý rác thải, tái chế và sử dụng lại rác thải để vừa hạn chế ô nhiễm môi trường đồng thời mang lại hiệu quả kinh tế (làm nguyên liệu làm phân bón hữu cơ...).

+ *Quản lý chặt chẽ và sử dụng hợp lý phân bón và thuốc trừ sâu trong nông nghiệp*

Quản lý chặt chẽ và sử dụng hợp lý phân bón và thuốc trừ sâu trong nông nghiệp có thể giảm được ô nhiễm đất và nước do phân hoá học và thuốc trừ sâu gây nên.

Hạn chế không sử dụng quá mức phân bón hoá học và các loại thuốc trừ sâu độc hại và khó phân huỷ trong môi trường.

Tăng cường sử dụng phân hữu cơ, các chế phẩm thuốc trừ sâu có nguồn gốc sinh học không gây độc hại đối với môi trường.

+ *Tưới tiêu hợp lý để hạn chế những ảnh hưởng xấu tới chất lượng đất như thay đổi cấu trúc đất, làm mặn hóa đất... do tưới.*

+ *Kiểm soát ô nhiễm không khí để hạn chế mưa axit xảy ra và lan rộng gây nên hiện tượng axit hóa của đất.*

*\* Các chính sách và chương trình quốc gia*

Hạn chế tiến tới chấm dứt du canh, đốt rừng làm rẫy. Nhà nước có chính sách đưa lương thực từ đồng bằng lên trao đổi hàng hóa và cung cấp cho dân miền núi. Phối hợp chặt chẽ giữa Nhà nước trung ương và

địa phương trong việc đảm bảo an toàn lương thực theo từng lưu vực sông. Có chính sách khuyến lâm, khuyến nông giúp cho người dân không đốt phá rừng mà tích cực tham gia bảo vệ rừng, trồng rừng sử dụng đất bền vững (trồng cây lâu năm, cây đặc sản và phát triển chăn nuôi đại gia súc...). Nhà nước và xã hội có chính sách điều phối phần lương thực còn thiếu ở miền núi. Cùng với chính sách lương thực cần giải quyết các nguồn năng lượng yêu cầu gia dụng và làm thông suốt từ khâu sản xuất, bảo quản, chế biến, chuyên chở đến tiêu thụ sản phẩm.

Về chính sách vĩ mô, Nhà nước phải cân đối phần lương thực thiếu của vùng núi mới ổn định mức kế hoạch xuất khẩu.

Nhà nước ký kết và thực hiện các hợp đồng bảo vệ rừng trồng và phát triển vốn rừng với từng gia đình nông dân, từng bản và đổi lại phần lương thực thiếu cho dân.

Thực hiện giao đất, giao rừng, giao quyền sử dụng đất ổn định lâu dài cho dân, làm cho mỗi mảnh đất đều có chủ thực sự.

Thực hiện nghiêm chỉnh Luật Đất đai, Luật Bảo vệ rừng và Luật Bảo vệ môi trường.

Tiến hành xây dựng các báo cáo đánh giá tác động môi trường cho các dự án quy hoạch sử dụng đất; các quy hoạch phát triển kinh tế xã hội của vùng; các quy hoạch tổng thể về phát triển các ngành hàng của nông nghiệp (tổng quan cây lương thực, đậu đỗ, cao

su, cà phê, chè, hồ tiêu, chăn nuôi...) và các dự án chuyển đổi cơ cấu cây trồng trên quy mô lớn.

Quản lý sử dụng đất theo kế hoạch và qui hoạch.

Áp dụng hệ thống nông nghiệp và hệ thống nông lâm kết hợp tiến bộ trên đất dốc.

*\* Chương trình nghiên cứu và chuyển giao công nghệ*

Quy hoạch sử dụng đất dựa trên đánh giá đất chi tiết tới cấp tỉnh và cấp huyện, trong đó việc phân tích ảnh hưởng môi trường được đặc biệt chú ý.

Nghiên cứu các mô hình chống xói mòn thích hợp trên đất dốc tại các vùng sinh thái nông nghiệp, tập trung vào các biện pháp bảo vệ đất kết hợp với hệ thống cây trồng thích hợp tại các vùng. Xây dựng các mô hình trình diễn về bảo vệ đất chống xói mòn.

Quản lý lưu vực để bảo vệ đất và nước: Phát triển thủy lợi, giữ cân bằng sinh thái và tác động lẫn nhau giữa vùng đồng bằng và miền núi.

Nghiên cứu sử dụng hợp lý, nâng cao độ phì của các loại đất tầng mỏng, đất có thành phần cơ giới nhẹ.

Nghiên cứu các mô hình canh tác và nuôi trồng thủy sản tổng hợp tại các vùng đất mặn.

Nghiên cứu các mô hình sử dụng đất cát và đất vùng khô hạn.

Lập bản đồ và phân vùng các khu vực dễ bị xói lở và lũ quét.

Nghiên cứu ô nhiễm đất do sử dụng quá mức phân bón, thuốc trừ sâu, nước thải và rác thải làng nghề và

xây dựng các mô hình xử lý nước thải rác thải nông thôn.

Điều tra đánh giá các khu vực bị ô nhiễm nặng do chất độc hoá học và chất thải công nghiệp để làm cơ sở cho công tác tái định cư, mở rộng khu dân cư.

#### **4. Tác dụng của làm đất**

##### ***a. Mục đích làm đất***

Mục đích của việc làm đất là làm thay đổi nhiều mặt trạng thái ban đầu của lớp đất canh tác thành một trạng thái mong muốn bằng những biện pháp cơ học. Đối với trồng trọt, mục đích này là tạo ra môi trường đất thích hợp để cải thiện sự sinh trưởng của cây trồng và nâng cao năng suất. Mục đích này thích hợp với những nơi đã có các biện pháp sử dụng đất hợp lý và xem việc làm đất là một biện pháp chống thoái hoá đất.

Mục tiêu của việc làm đất thường rất khác nhau và phụ thuộc vào các yếu tố như đất đai, khí hậu, cây trồng và các điều kiện tiên quyết khác. Ưu điểm thường dễ thấy nhất của việc làm đất là phòng trừ cỏ dại, bảo vệ đất và nước: phòng trừ sâu bệnh và chuột bọ, cải thiện kết cấu đất, vùi trộn phân bón, thuốc trừ cỏ và các tàn dư thực vật, thúc đẩy sự khoáng hóa chất dinh dưỡng trong đất, chuẩn bị luống gieo trồng, cải thiện và ổn định năng suất cây trồng.

##### ***b. Tác dụng làm đất***

- Tạo ra lớp đất cày có trạng thái vật lý thuận lợi cho việc gieo hạt, trồng cây; cho quá trình xuất hiện mầm

và sự sinh trưởng tốt các bộ phận dưới đất dẫn đến sự sinh trưởng tốt các bộ phận trên mặt đất của cây.

- Biến độ phì tiềm tàng thành độ phì hữu hiệu, giúp cho cây sử dụng được nhiều chất dinh dưỡng ở trong đất.

- Làm đất đã làm tăng số lượng vi sinh vật và cường độ hoạt động của chúng, do đó tăng cường được quá trình biến đổi chất hữu cơ trong đất: quá trình mùn hoá và quá trình khoáng hoá. Các quá trình trên tạo ra đặc tính tốt cho đất, có lợi cho sự sinh trưởng của cây và các hoạt động sống trong đất. Để duy trì được hàm lượng mùn và chất hữu cơ nhất định thường xuyên phải bổ sung chất hữu cơ cho đất.

Góp phần tận dụng và làm tăng hiệu lực của phân bón và nước tưới.

- Làm đất đã làm thay đổi độ xốp của đất, thay đổi khe hở mao quản và phi mao quản, đã làm tăng khả năng giữ nước, trữ nước, dẫn nước và thấm nước của đất.

- Làm đất có độ chặt hợp lý, khả năng giữ chất dinh dưỡng của đất tốt hơn.

- Phòng trừ những sinh vật gây hại như cỏ dại và sâu bệnh. Làm đất đã làm thay đổi môi trường sống của chúng, chôn vùi chúng và những tàn dư của cây trồng xuống lớp đất sâu.

- Bảo vệ đất khỏi xói mòn do nước và gió gây ra, góp phần cùng các biện pháp cải tạo các loại đất xấu (chua phèn, mặn, bạc màu...).

- Làm đất hợp lý tạo ra kích thước hạt đất phù hợp, làm tăng tính thấm nước nên giữ được các hạt đất tại chỗ. Đối với những đất nặng và đất có lớp đất mặt và lớp đất bên dưới khác nhau (đất bạc màu lớp đất mặt nhẹ và xấu, lớp đất dưới là lớp đất thịt sét) làm đất sâu kết hợp với lật đất có thể cải tạo được thành phần cơ giới, độ xốp của đất, tính chất hoá học và sinh học đất có lợi cho cây trồng.

### ***c. Những điểm cần lưu ý khi làm đất***

- Làm đất là một biện pháp khai thác đất, nếu không được bón thêm chất dinh dưỡng, độ phì của đất bị giảm.

- Làm đất không làm tăng thêm nước một cách trực tiếp mà chỉ làm tăng sự tiếp nhận nước và giúp cây tận dụng nước. Muốn đủ nước cho cây trồng, cần phải tưới nước vào ruộng.

- Làm đất trong thời gian sinh trưởng của cây trồng (làm đất chăm sóc) có thể gây một số ảnh hưởng xấu như: làm tổn thương các bộ phận của cây trồng (rễ, thân, lá...), do đó đã làm tăng sự xâm nhập và gây hại của sâu bệnh.

- Làm đất không hợp lý có thể làm tăng độ phân tán đất, tăng xói mòn, tăng cỏ dại, v.v...

- Làm đất không hợp lý chi phí năng lượng tăng rất cao, ảnh hưởng đến giá thành, kéo dài thêm thời gian làm đất, ảnh hưởng tới việc tăng vụ.

Có một số trường hợp có thể bỏ làm đất khi đất có trạng thái vật lý phù hợp với gieo trồng và sinh

trưởng của cây. Nếu có thuốc trừ cỏ không cần phải làm đất để trừ cỏ.

Ở những vùng đất bên dưới nghèo mùn và chất dinh dưỡng, chua, mặn, nhiều chất độc ( $Al$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ ...), nhiều kết vón, vi sinh vật quá ít thì không nên làm đất sâu không có lợi cho cây trồng.

Ở đất lúa có lớp đế cày làm nhiệm vụ giữ nước, giữ chất dinh dưỡng không cho thấm xuống sâu. Nếu lớp đế cày là đất thịt trung bình hay thịt nặng thì khi bị phá vỡ do cày sâu không gây nguy hại. Trái lại, lớp đất dưới đế cày là đất nhẹ khả năng giữ nước, chất dinh dưỡng kém, nếu cày sâu sẽ phá vỡ lớp đất cày cũ, đất dễ mất nước, mất chất dinh dưỡng và làm giảm năng suất.

#### ***d. Các phương pháp làm đất***

***\* Cơ sở khoa học lựa chọn phương pháp làm đất***

+ Điều kiện khí hậu

Các yếu tố khí hậu ảnh hưởng lớn đến chọn phương pháp làm đất như mưa, bức xạ, nhiệt độ và gió trong đó lượng mưa và sự phân bố mưa là yếu tố quan trọng nhất. Ngoài ra chúng còn ảnh hưởng đến nhiệt độ, sự chiếu sáng, chuyển động của gió trong một vùng nhất định.

Lượng mưa: Ở những vùng mưa ít, người ta áp dụng các hệ thống làm đất và những biện pháp làm đất để bảo vệ nước, giữ được nhiều nước cho cây trồng sử dụng. Các phương pháp làm đất như xới xáo nhẹ mặt đất, làm đất không lật để lại tàn thể thực vật

trên mặt... là nhằm giúp tăng cường việc thấm nước, giữ nước, giảm tốc độ dòng chảy tràn trên mặt đất, giữ mặt đất ở trạng thái thấm nước nhanh, đồng thời giảm sự bốc hơi nước mặt đất sau này. Cũng có thể giảm việc bốc hơi nước bằng cách trữ nước ở lớp sâu hơn, trong vùng rễ cây hay cải thiện tiểu khí hậu ở mặt tiếp xúc đất - không khí bằng việc duy trì lớp phủ tàn thể thực vật trên mặt đất, làm cho mặt đất gồ ghề để giảm tốc độ gió và tránh nhiệt độ đất tăng cao.

Ở những nơi mưa nhiều hay quá nhiều nước nên sử dụng các đường dẫn nước có phủ cỏ để vận chuyển nước thừa một cách an toàn. Tuy nhiên phải giữ đủ nước trong đất để thỏa mãn việc sinh trưởng và phát triển của cây trong lúc hạn tạm thời. Thời gian mưa kéo dài thì phải xem thoát nước là một khâu trong hệ thống làm đất.

Bức xạ: Làm đất ảnh hưởng đến cân bằng bức xạ (hấp thu, giữ nhiệt, phản xạ) của đất. Làm đất đã làm thay đổi màu sắc đất, tỉ lệ nước trong đất, độ nghiêng từng bộ phận mặt đất đối với tia sáng mặt trời và lớp tàn dư thực vật trên mặt đất. Các bề mặt đất có màu sáng phản chiếu bức xạ, nhưng mặt đất có màu tối lại hấp thu bức xạ. Cho nên đất ướt vừa mới cày, mặt đất xù xì hấp thu bức xạ nhiều hơn là đất khô và mặt đất nhẵn. Trên đất dốc hấp thu nhiều bức xạ nhất khi tia sáng mặt trời thẳng góc với dốc. Màu sắc, thời gian tồn tại và hình thái của tàn thể

thực vật tác động đến cân bằng bức xạ trên mặt đất. Các tàn thể thực vật màu sáng phản chiếu phần lớn bức xạ tới. Khi để lâu, màu sắc của tàn thể thực vật thẫm lại thì phản xạ giảm đi. Các tàn thể thực vật đứng, tạo bóng râm thì phản xạ cũng thấp hơn so với tàn thể thực vật đã bị chặt hạ dần đều. Cân bằng bức xạ ảnh hưởng trực tiếp đến quang hợp của cây và gián tiếp đến việc bảo vệ nước thông qua ảnh hưởng đến nhiệt độ.

Gió: Tốc độ gió và hướng gió có ảnh hưởng lớn đến việc chọn phương pháp làm đất thích hợp nhất cho một vùng khí hậu nhất định. Khả năng chống xói mòn đất do gió có liên quan đến các biện pháp làm đất. Những nơi có xói mòn do gió, biện pháp làm đất phải giữ được các tàn dư thực vật trên mặt hay tạo cho mặt đất có độ gồ ghề hoặc vun luống trong mùa gió. Hướng làm đất và đánh luống thường phải thẳng góc với hướng gió chủ đạo.

#### *\* Yếu tố cây trồng*

Phản ứng của các cây trồng khác nhau do việc làm đất gây ra như hàm lượng nước trong đất, phòng trừ cỏ dại, độ thoáng khí, độ sâu vùng rễ và độ màu mỡ của đất, nhiều hơn là bản thân phương pháp hay hệ thống làm đất. Mỗi loại cây trồng yêu cầu các điều kiện làm đất khác nhau, nên mỗi biện pháp làm đất cần tạo ra một môi trường riêng biệt thích hợp nhất cho cây đó. Ví dụ, phản ứng của các cây ngũ cốc có rễ chùm chủ yếu chịu ảnh hưởng của lượng nước cây có

thể hút được mà ít bị ảnh hưởng của môi trường vật lý do phương pháp làm đất tạo ra. Trái lại, cây lấy rễ như củ cải, cà rốt, khoai tây, khoai lang... trên đất thịt pha sét chặt thì lại phản ứng mạnh với việc tăng độ thấm nước, giảm dung trọng đất, tăng độ thoáng độ xốp đất do làm đất. Do đó, các biện pháp làm đất phải tạo nên môi trường đất phù hợp với mỗi loại cây sau:

- Đối với cây ăn củ và cây lấy rễ yêu cầu tầng đất canh tác sâu và tơi xốp.

- Đối với các cây có hạt bé cần gieo chính xác yêu cầu mặt ruộng gieo trồng đồng đều, có kết cấu viên nhỏ.

- Đối với các cây có dáng thấp yêu cầu mặt đất không có tàn dư thực vật có thể gây khó khăn cho việc thu hoạch hay làm giảm chất lượng sản phẩm (rau, bông).

#### **+ Đất đai**

Những yếu tố quan trọng khi dựa vào đất đai để lựa chọn các phương pháp như: độ dốc, thành phần cơ giới đất, độ sâu tầng đất, dung trọng đất, độ mặn hay độ kiềm và sự thoát nước. Việc chọn phương pháp làm đất dựa vào yếu tố đất đai luôn luôn có quan hệ tương hỗ với yếu tố khí hậu và cây trồng.

**Độ dốc:** Trên đất bằng hay đất hơi dốc thì có nhiều hệ thống làm đất để tạo ra những môi trường mong muốn và có hiệu quả cho việc bảo vệ tài nguyên đất và nước. Nhưng khi độ dốc tăng lên, việc lựa chọn hệ thống làm đất khó khăn hơn. Ở đất

đốc phương pháp làm đất có bảo vệ đất là giữ lại các tàn dư thực vật trên mặt là thích hợp nhất cho việc chống xói mòn do nước và làm đất theo đường đồng mức.

Thành phần cơ giới đất ảnh hưởng lớn đến tính nhạy cảm của đất đối với xói mòn. Do vậy ảnh hưởng đến việc chọn phương pháp làm đất để chống xói mòn. Khi chọn các hệ thống làm đất có bảo vệ đất thì việc chống xói mòn do gió và nước thường rất hiệu quả đối với bất kỳ thành phần cơ giới nào.

Độ cày sâu: Khi lớp đất canh tác mỏng người ta dùng phương pháp cày đất không lật, không đảo lộn đất nhiều, dùng máy gieo có đĩa rạch luống và thuốc trừ cỏ để chống cỏ dại thích hợp nhất.

Hàm lượng kiềm và muối: Đối với đất nhiễm kiềm và nhiễm mặn có thể tăng cường bảo vệ đất và năng suất cây trồng, người ta trộn thạch cao vào đất hoặc cày đất đủ sâu (đến 6 cm) nhằm trộn thạch cao có trong tự nhiên vào lớp đất mặt. Kết quả là nước thấm được nhiều hơn, rễ phát triển mạnh và các độc chất có hại sẽ được rửa trôi.

Thoát nước: Ở những nơi xảy ra thừa nước thì phải chọn hệ thống làm đất có tác dụng loại bỏ lượng nước thừa ấy. Đối với cây trồng cạn, hệ thống làm đất giữ lại các tàn thể thực vật trên mặt là không thích hợp, vì làm đất lâu khô. Trên một số loại đất thoát nước kém, việc làm đất có bảo vệ lại làm giảm năng suất cây trồng.

### *+ Tình hình kinh tế của nông dân*

Không kể một vài loại rau mọc nhanh chỉ cần khoảng 20-30 ngày là được thu hoạch, còn hầu hết các loại cây trồng cần một thời gian dài hơn, cho nên người sản xuất phải đầu tư trong một thời gian dài hơn. Thời gian từ khi gieo trồng đến thu hoạch thường từ 3-4 tháng, ngoài ra một số cây khác còn dài hơn. Thêm vào đó là cả thời gian chuẩn bị đất. Trong suốt thời gian này một phần hay toàn bộ nguồn lực của người sản xuất phụ thuộc vào sự đa dạng của cây trồng, được đầu tư vào việc trồng trọt. Vốn đầu tư có thể bao gồm cả chi phí lao động và tiền mặt để mua nhiên liệu, phân bón, giống cây trồng. Giá trị sản phẩm thu được sẽ ảnh hưởng lớn đến tổng chi phí cho việc trồng trọt. Vì vậy, sẽ ảnh hưởng đến việc chọn hệ thống làm đất và các biện pháp có liên quan.

Làm đất là biện pháp chi phí tương đối lớn, tùy theo điều kiện kinh tế của nông dân có thể chọn biện pháp làm đất phù hợp. Trong điều kiện kinh tế còn thấp, biện pháp làm đất đơn giản là sử dụng sức người và sức súc vật là chính. Khi có điều kiện kinh tế thì người sản xuất có thể chọn một loạt hệ thống làm đất, sử dụng những biện pháp làm đất hiện đại hơn như máy làm đất... Để bảo vệ đất và nước tốt nhất, trong bất cứ điều kiện kinh tế nào, áp dụng biện pháp làm đất phải dựa trên các yếu tố khí hậu, đất đai và cây trồng. Đáng tiếc vì mục đích kinh tế trước mắt mà người ta thường sử dụng các hệ thống

làm đất không có tác dụng bảo vệ lâu dài tài nguyên đất và nước.

Ngoài yếu tố kinh tế, chọn phương pháp làm đất còn phụ thuộc vào trình độ hiểu biết, tác dụng của hệ thống làm đất có bảo vệ của người sản xuất, những tác động của bên ngoài, ảnh hưởng của xã hội như việc tăng dân số và chính sách của nhà nước như các luật lệ, qui định cũng có ảnh hưởng đến hệ thống trồng trọt. Các chính sách này có thể làm cho đất bị thoái hóa lại và cũng có thể bảo vệ tài nguyên đất và nước.

### *\* Phương pháp làm đất*

#### *+ Làm đất cho cây trồng nước*

Diện tích cây trồng nước ở nước ta chủ yếu là cây lúa, ngoài ra còn có cói, sen, rau muống, khoai nước...

#### *+ Yêu cầu về đất của cây trồng nước*

Đất phải có trạng thái mềm, nhuyễn, xốp để khi gieo cấy cây lúa có thể nảy mầm dễ dàng, sinh trưởng và phát triển tốt.

Đất phải thật phẳng để lớp nước trong ruộng và chất dinh dưỡng phân phối đồng đều, tạo điều kiện cho cây lúa hấp thu chất dinh dưỡng tốt, hạn chế được sự phát triển của cỏ dại và tạo cho ruộng lúa sinh trưởng đồng đều và tiết kiệm được nước tưới.

Tầng đế cày phải đủ chặt để giữ nước và chất dinh dưỡng, thuận lợi cho sự chuyển động của máy kéo trên đồng ruộng.

Đất phải giàu các chất dễ tan cung cấp cho cây.

Đất phải sạch sâu bệnh, cỏ dại.

**+ Hình thức làm đất**

Đối với cây lúa và những cây trồng nước có hai cách làm đất: làm đất ải và làm đất dầm.

\* Làm đất ải có một giai đoạn để đất khô. Đất được làm ải có trạng thái vật lí, hóa học, sinh học tốt hơn là làm đất dầm, do đó lúa sinh trưởng tốt hơn và cho năng suất cao hơn. Có thể nói làm đất ải là cách biến độ phì tiềm tàng thành độ phì hữu hiệu tốt nhất. Nhưng có nhược điểm là yêu cầu lượng nước tưới ải lớn.

- Về lí tính đất: Sau khi được phơi ải khô nỏ và được tưới nước đầy đủ đất ải dễ bừa và chóng đạt tới độ mềm, nhuyễn, xốp. Vì dưới tác động của sự chênh lệch ngày và đêm, đồng thời với sự mất nước làm đất co giãn liên tục. Sự không đồng đều về co giãn và mất nước gần kiệt làm cho đất nứt, vỡ, gây tạo ra nhiều khe hở có thể năng hút nước rất cao. Khi được tưới nước đất hút nước rất mạnh và nhiều làm cho đất rất mềm và sức liên kết của đất giảm xuống, chi phí làm đất giảm.

Làm đất ải còn tạo ra tầng đế cây đủ cứng tránh được hiện tượng máy kéo bị lầy thụt khi hoạt động trên đồng ruộng, tránh mất nước và chất dinh dưỡng.

Về sinh học đất: Giai đoạn đầu phơi ải lượng vi sinh vật trong đất tăng vì oxi tăng nhưng khi nước mất quá nhiều lượng vi sinh vật giảm xuống. Một số

ít còn sống và tiếp tục hoạt động, một số sống ở dạng tiềm sinh. Khi cho nước vào ruộng, đất vốn có nhiều không khí lại thêm nước tạo ra những điều kiện hết sức thuận lợi cho vi sinh vật, do đó số lượng vi sinh vật được tăng lên gấp nhiều lần so với trước lúc phơi ải, làm thay đổi mạnh các đặc tính lí hoá và hóa học đất.

- Về hoá tính của đất: Khi phơi khô điện thế oxi hóa khử của đất tăng dần do lượng oxi tăng. Khi cho nước vào ruộng điện thế oxi hóa khử của đất giảm mạnh và thấp hơn cả đất giữ nước liên tục. Sự giảm này là do sự tăng mạnh lượng vi sinh vật trong đất.

Phơi ải đã làm tăng các cation và muối khoáng hơn so với làm đất ẩm. Sự tăng  $\text{NH}_4^+$  là do sự hoạt động mạnh của các vi sinh vật amôn hoá. Sự tăng hàm lượng photphal dễ tan là do quá trình khử  $\text{FePO}_4$  thành  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  gắn liền với sự tăng và sử dụng nhiều oxi của vi sinh vật. Kali dễ tan tăng lên có quan hệ với sự hút nhiều nước của đất ải, làm tăng khoảng cách giữa các keo đất, làm giải phóng kali vào trong dung dịch đất, có liên hệ đến sự thủy phân các khoáng sét chứa kali, đồng thời có sự vận chuyển kali các tầng đất bên dưới lớp đất cày.

Phơi ải còn làm tăng các cation kiềm khác (Ca, Mg...) nhờ nước hoà tan các ion này từ các lớp đất dưới di chuyển lên lớp đất mặt.

Phơi ải làm tăng pH của đất do các cation trong đất được tăng lên ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ...).

Nhìn chung, sau khi được phơi ải và tưới nước trở lại, đất đã biến đổi theo chiều hướng có lợi cho sinh trưởng và tạo năng suất cao của cây trồng. Do đó nhân dân ta đã có câu: "một hòn đất nở là một giỏ phân".

- *Cách làm đất ải*: làm đất ải thường tiến hành ở những chân đất cao, vào mùa khô ráo và có hệ thống tưới tiêu chủ động nước. Tùy theo giống lúa, trước khi thu hoạch khoảng 10 - 15 ngày tiến hành rút nước trong ruộng nhưng không làm giảm trọng lượng hạt và năng suất lúa đồng thời làm đất chóng khô. Sau khi gặt, độ ẩm đất giảm xuống ứng với sức liên kết và tạo hình của đất thấp thì tiến hành cày, phơi cho đất khô nở. Khi đất đã ải tương ứng với độ ẩm từ 2-3%, phải làm đất để kịp thời vụ gieo cấy thì tiến hành tưới nước. Thời gian tưới nước (đổ ải) ảnh hưởng lớn đến lượng nước cung cấp. Tưới sớm sẽ lãng phí nước vì thấm xuống sâu và bốc hơi. Lượng nước tưới ải phải đủ, nếu thiếu nước đất nhuyển không đều, chất lượng đất kém, sinh trưởng của rễ lúa sẽ kém.

+ *Làm đất dầm*: Là làm đất trong điều kiện giữ nước liên tục trên đồng ruộng, làm dầm thường được áp dụng trong mùa mưa và một phần diện tích trong mùa khô, so với làm ải số lượng chất dinh dưỡng cần thiết cung cấp cho cây kém hơn. Song làm đất dầm lại có một số ưu thế khác: chi phí năng lượng làm đất dầm giảm, giảm bớt sự đốt cháy chất hữu cơ không làm cho đất tích lũy nhôm và natri trong một số trường hợp như đất ải. Nếu có các biện pháp kỹ thuật

làm dầm tốt cũng cung cấp khá nhiều chất dinh dưỡng mà cây có thể sử dụng được, sự sinh trưởng của cây lúa tốt và cho năng suất cao.

*Kỹ thuật làm dầm:* Đất phải được ngâm nước liên tục, nếu mất nước đất sẽ co lại và trở nên cứng, chặt hoặc rất khó hút nước để mềm nhuyễn trở lại. Lớp nước trên ruộng không nên quá sâu chỉ cần ngập đất là đủ, giúp cho đất cày và nước dễ dàng nâng cao nhiệt độ, hàm lượng không khí và oxi để xúc tiến quá trình phân giải chất hữu cơ.

+ *Làm đất cho cây trồng cạn*

*Yêu cầu về đất của cây trồng cạn*

Hầu hết các cây trồng là cây trồng cạn sống thích hợp với đất ẩm như ngô, khoai, lạc, đậu, cam, nhãn, vải, cà phê, cacao, mía, v.v... có yêu cầu về đất tương đối giống nhau.

Đất phải vun, xới và đủ độ ẩm để cung cấp đầy đủ nước, không khí cho hạt nảy mầm, mọc mầm ra khỏi mặt đất, cho sự phát triển các bộ phận dưới đất của cây.

Đất phải thoát nước tốt. Các cây trồng cạn không có khả năng cung cấp oxi cho bộ rễ như cây lúa nên không thể sống ở đất bị ngập nước hay bí chặt.

Đất phải có khả năng cung cấp nhiều chất dinh dưỡng cho cây và sạch sâu bệnh, cỏ dại.

*Hình thức làm đất*

*Làm đất phơi ải:* Làm đất phơi ải cho các cây trồng cạn cũng giống như làm đất ải cho cây lúa nhưng

khác ở chỗ: sau khi phơi ải xong thì bừa cho đất vụn, không dẫn nước vào ruộng và bừa nhuyễn. Làm đất cho cây trồng cạn chi phí cao hơn và cần nhiều thời gian hơn là làm đất cho lúa.

**Làm đất ướt:** Để có thể trồng một số cây trồng cạn vào thời gian có nhiều mưa, hoặc đảm bảo thời vụ gieo trồng cho các cây trồng, áp dụng hình thức làm đất ướt. Làm đất ướt vẫn đảm bảo cho cây trồng sinh trưởng tốt và cho năng suất cao, nhất là khi thời vụ được đảm bảo. Đây là một trong những biện pháp quan trọng để mở rộng diện tích cây rau màu và tăng vụ.

**Làm đất giữ ẩm:** Làm đất giữ ẩm có tác dụng giảm bớt lượng nước tưới, duy trì đất ẩm ướt để cung cấp cho cây mọc mầm hoặc bén rễ khi mới gieo trồng. Phương pháp thường được áp dụng ở những nơi ít có điều kiện tưới nước. Phương pháp này được tiến hành như sau:

Làm đất khi trong đất còn hàm lượng ẩm lớn. Làm vụn đất kịp thời và san phẳng đất. Đất phẳng diện tích tiếp xúc với nắng, gió ít hơn đất gồ ghề. Đất nhỏ thì mặt đất phẳng hơn và khoảng cách giữa các hạt đất giảm xuống. Nén lớp đất dưới và xới xóp một lớp mỏng trên mặt nhằm mục đích hạn chế sự di chuyển của gió qua khe hở đất và phá vỡ mạng lưới mao quản, hạn chế nước ở dưới sâu di chuyển lên trên mặt. Hạn chế làm đất về sau. Nếu xới đất hoặc đào đất quá nhiều có thể làm mất nhiều nước.

## *Làm đất tối thiểu*

Trong một số trường hợp làm đất kỹ và nhỏ chi phí lớn nhưng năng suất cây trồng không cao và tính chất đất có chiều hướng xấu đi, người ta tiến hành làm đất tối thiểu. Làm đất tối thiểu là hệ thống làm đất giảm số lần thao tác trên đồng ruộng hay làm kết hợp nhiều thao tác trong một lần máy chạy (bừa, ép vỡ đất, xới, rạch hàng, bón phân, gieo hạt hay trồng cây, lấp đất, tưới nước kết hợp phun thuốc trừ cỏ). Có thể bỏ bớt lần làm đất đầu tiên (bỏ cây chỉ còn lông đất hay phay đất) hay lần làm đất thứ hai hoặc kết hợp hai lần làm đất này với nhau...

Làm đất tối thiểu là phương pháp làm đất trên cơ sở đảm bảo sự mọc mầm, sinh trưởng và năng suất của cây trồng đồng thời giảm đến mức còn ít nhất sự gia công đối với đất. Làm đất tối thiểu ở một số trường hợp đã có những ảnh hưởng tốt đến đất và cây:

- + Duy trì được chất hữu cơ của đất ở mức độ cao hơn và làm cho việc phân giải chất hữu cơ chậm lại, lượng chất hữu cơ bị mất theo nước chảy tràn và theo đất do nước cũng giảm xuống.

- + Giảm sự phân tán của đất, đảm bảo được kết cấu viên của đất, duy trì được độ xốp cao.

- + Độ ẩm đất được duy trì, do không đảo đất nhiều lần giữ được kết cấu viên và làm đất ở độ vụn hợp lý.

- + Phòng trừ được cỏ dại, khi đất nhiều mầm mống cỏ dại, nhất là cỏ sinh sản vô tính (làm đất nhiều làm cỏ mọc nhiều).

+ Hạn chế xói mòn đất. Vì làm đất kĩ, đất quá vụn, các hạt đất nhỏ mịn (0,25mm) dễ theo nước mà di chuyển đi, diện tiếp xúc với nước chảy nhiều, lượng đất bị bào mòn nhiều.

+ Đảm bảo thời vụ canh tác. Do làm đất ít, thời gian làm đất nhanh, kịp thời vụ gieo trồng.

+ Giảm được công việc đồng ruộng hoặc cường độ làm đất. Những yếu tố này sẽ dẫn tới giảm số công lao động, thời gian làm việc của máy kéo và thiết bị, năng lượng chất đất cho nên việc trồng trọt sẽ kinh tế hơn.

## V. PHÁT TRIỂN CÁC HỆ THỐNG NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG

### 1. Một số nhận xét về các yếu tố hình thành nông nghiệp bền vững

Các yếu tố nông nghiệp bền vững đã có trong các hệ thống "định canh" truyền thống ở Việt Nam. Từ lâu đời, nông dân Việt Nam đã biết áp dụng những hệ thống luân canh, xen canh, gối vụ, canh tác kết hợp trồng trọt, chăn nuôi, nuôi cá.

Những hệ thống "định canh" ở Việt Nam không phải chỉ hoàn toàn là độc canh lúa. Ở vùng đồng bằng sông Hồng, hệ canh tác là một tổ hợp cây trồng phong phú: lúa và hoa màu trên đồng ruộng, cây thực phẩm, cây ăn quả, cây công nghiệp, cây dược liệu ở vườn, hàng rào; chăn nuôi trong vườn nhà; nuôi cá trong ao, mương, suối; thủ công nghiệp dùng nguyên liệu từ nông nghiệp. Có những cách kết hợp như nuôi cá ở ruộng lúa, thả vịt sau vụ gặt lúa, chuồng lợn trên mặt ao cá, v.v... Mỗi cây dùng vào nhiều mục đích: cây tre bảo vệ xóm làng, đồng ruộng, cung cấp nguyên liệu cho xây dựng, đan lát; cây mít, cây nhãn cho quả và gỗ; cây dâu cho lá nuôi tằm lấy tơ lụa, nhộng làm thức ăn, phân tằm bón cho vườn, ruộng. Các loại cây lâu năm tạo môi trường trong lành cho

"sinh thái" trong đó là nếp nhà của nông hộ với "vườn sau, ao trước", hàng cau che nắng, bể hứng nước mưa, chuồng gà lợn, ao nuôi cá có cây chuối, cây chanh trên bờ, và giàn mướp, giàn bí trên mặt ao.

Hệ thống kênh mương thủy lợi đã có từ thế kỷ I sau công nguyên; hệ thống đê điều được mở rộng nhất vào thế kỷ X - XI ở phía Bắc, thế kỷ XVI ở phía Nam. Truyền thống thâm canh được đúc kết trong những câu "nước, phân, cần, giống", "nhất thì, nhì thục", thể hiện bằng những kỹ thuật: dùng bèo hoa dâu làm phân bón ruộng lúa (thế kỷ XI), cày ải, phơi ải đất ruộng lúa ("một hòn đất nở, bằng một giỏ phân), cày vụn ra, dùng phân chuồng, phân xanh, phân bắc, sáng tạo những giống quý về cây lương thực (lúa gạo thơm), cây thực phẩm (rau, quả), cây công nghiệp (chè, cây lấy dầu, v.v...), đến nay vẫn là những cây đặc sản quý. Có những hệ thống luân canh, xen canh, gối vụ truyền thống: hai vụ lúa một vụ đỗ tương, trồng xen đậu đỗ với ngô, dâu tằm.

Hệ thống nông nghiệp "định canh" ở vùng đồi núi đặc trưng bởi các ruộng, vườn bậc thang: để lại chòm cây trên đỉnh đồi, san các bậc thang đồng mức theo đường vành nón, trồng các hàng cây ở bờ dưới các bậc thang (cốt khí, dưa đại) ngăn đất trôi, đắp các chỗ trũng để giữ nước trời. Những ruộng bậc thang đến thế kỷ XVI - XVII đã xuất hiện ở vùng đồi núi Nam Trung bộ đã lợi dụng nguồn nước tự chảy để đưa nước từ suối về nhà làm nước sinh hoạt và sản xuất (nước lã), dùng nước để giã gạo,

chế tạo những con nước (guồng) có đường kính đến 12m đưa nước lên nhiều bậc để tưới. Các dân tộc ở miền núi đã sáng tạo những vụ lúa như lúa xuân sau này thành vụ lúa xuân ở đồng bằng, thay cơ cấu hai vụ chiêm - mùa bằng ba vụ: vụ xuân, vụ mùa, vụ đông; nhiều giống cây ăn quả quý, cây công nghiệp đặc sản như chè, quế, hồi. Họ cũng đã đưa ra những công thức nông - lâm kết hợp, nuôi cá lồng ở suối nước chảy sau này mở rộng thành nuôi cá lồng, bè ở sông hồ.

Ở vùng ven biển, người ta khắc phục tình trạng các đụn cát bay bằng cách trồng các hàng cây chắn gió. Những cây tiên phong như trầm, đước, sú, vẹt, giữ nước phù sa ở các cửa sông sẽ thành đất trồng trọt lấn biển với hệ thống "định canh" hình thành trên những "giồng" đất có nước ngọt, những đất cao ven sông, những cù lao giữa sông. Người ta dùng trâu cày nơi ruộng thấp, dùng phảng cật lau lách, cỏ lác cào đắp vào bờ nơi ruộng sâu, đào kênh mương để tưới tiêu, đắp bờ giữ nước mưa, dưới mương thả cá và trên mương trồng cây. Đặc biệt có kỹ thuật lên liếp làm vườn: giữa hai mương là liếp đất cao, mương đào càng rộng càng sâu thì đất quảng lên bồi cho liếp càng nhiều: khi nước lớn chảy vào, phù sa nước mang theo lắng xuống, phù sa được quảng lên liếp để đắp gốc cây làm phân bón.

Như vậy, các hệ định canh ở các vùng nông nghiệp chính của Việt Nam đã có tác dụng tự bảo tồn, tự chống đỡ để phát triển. Bởi vậy, mặc dù đã tồn tại

những tập quán sản xuất làm tổn hại đến tài nguyên và môi trường (chặt đốt rừng, làm cạn kiệt nguồn nước và đất), nông nghiệp Việt Nam vẫn còn tiềm năng phát triển cho đến ngày nay.

## **2. Hệ thống canh tác không hợp lý**

Độc canh và canh tác liên tục là hoàn toàn trái với tự nhiên, xét trên quan điểm sinh thái học. Những hệ thống canh tác đó gây nên các hiện tượng thiếu dinh dưỡng, sâu bệnh, hỏng đất.

### **a. Độc canh**

Độc canh là chỉ gây trồng một loài hoặc rất ít loài cây trên một khu đất trong nhiều năm nhằm thu càng nhiều lợi nhuận càng tốt.

Độc canh gây rủi ro về dịch bệnh, thiên tai; có khi nông dân phải làm chỉ vì ép buộc để tự nuôi sống mình trong lúc thiếu vốn, thiếu tư liệu sản xuất, gia đình đông người ăn, ít người làm. Hiện nay đã có thể sử dụng được các loại thuốc hoá học và phân bón có hiệu lực cao và nhanh, nên một số nông dân đã tiến hành độc canh với những giống mới có năng suất cao gấp bội so với các giống cũ (rõ nhất là việc mở rộng gieo trồng các giống lúa mới).

Những hậu quả chủ yếu của độc canh là:

- Dịch bệnh. Dịch bệnh dễ phá hoại khi chỉ canh tác một loại cây. Có một trại trồng cây dừa bị sâu cánh cứng ăn trụi hết lá; sau khi ăn hết lá dừa, sâu cánh cứng tìm cách ăn lá những cây khác nhưng

không được, cuối cùng sâu biến mất để lại những cây dừa trơ trụi, còn những cây khác thì nguyên vẹn. Mỗi loài sâu có một thói quen dinh dưỡng riêng. Trong trường hợp vừa nêu, nếu vườn dừa độc canh dừa thì đã bị phá hoại hoàn toàn. May thay trại được cứu vãn vì trồng kết hợp nhiều loại cây.

- Giảm sút tài nguyên di truyền (giống địa phương). Hạt giống của những giống mới năng suất cao và giống lai đã được đưa về nông thôn. Nông dân bỏ không dùng các giống địa phương vốn rất quan trọng để duy trì tính đa dạng di truyền và là một tài nguyên di truyền trong tương lai.

- Rủi ro kinh tế lớn. Chỉ trồng một loại cây, nếu bị sâu hại hay thiên tai phá hoại, ta sẽ thất bại hoàn toàn. Ngay cả khi được mùa, giá của sản phẩm loại cây trồng đó cũng có thể hạ do cung cấp quá mức cho thị trường. Độc canh không bao giờ góp phần làm kinh tế hộ nông dân ổn định.

### ***b. Canh tác liên tục***

Canh tác liên tục có nghĩa là một số loại cây nhất định được gây trồng trên cùng một miếng đất hàng năm hoặc theo mùa liên tục. Thí dụ, trồng cải bắp mùa đông năm ngoái và năm nay lại trồng cải bắp mùa đông trên cùng một diện tích. Những khó khăn gặp phải là:

- Thiếu chất dinh dưỡng đặc biệt (nguyên tố vi lượng). Ở nhiều ruộng lúa, đã thấy thiếu kẽm và lưu huỳnh. Lí do là canh tác liên tục lúa đòi hỏi những

chất dinh dưỡng như nhau một cách liên tục, còn việc sử dụng các phân bón hoá học thì chỉ cung cấp được một số chất dinh dưỡng (như N, P, K). Trong trường hợp đó, việc bón thêm các loại phân hoá học khác có chất dinh dưỡng bị thiếu không giải quyết được vấn đề, cần thực hiện luân canh và bón phân hữu cơ.

- Các bệnh đặc biệt. Vùng quanh rễ cây rất đặc biệt và khác hẳn với các nơi khác trong đất về mặt hoạt động vi sinh vật. Thông thường các vi sinh vật hoạt động mạnh trong vùng quanh rễ cây bởi lẽ có nhiều chất tiết ra từ hệ rễ. Mỗi vùng quanh rễ của một loại cây tạo nên những điều kiện riêng biệt cho những vi sinh vật đặc biệt. Thí dụ, vùng quanh rễ cây của cà chua thường thuận lợi cho việc phát triển giun tròn (tuyến trùng) có hại, còn của cây cóc (ngô) thì không thể. Do vậy, nếu cứ canh tác liên tục sẽ ổn định những điều kiện thuận lợi cho một số sinh vật phát triển và cũng vì vậy có thể gây nên các bệnh đặc biệt...

### **3. Thay đổi hệ thống canh tác theo hướng nông nghiệp bền vững**

Để giải quyết các khó khăn về dịch bệnh và thiếu dinh dưỡng vi lượng, ta cần áp dụng những hệ thống canh tác thay thế, bắt buộc không được độc canh. Một số hệ thống thay thế nằm ngay trong các phương thức canh tác cổ truyền địa phương như vừa nói trên. Đó là canh tác nhiều loại, luân canh, canh tác kết hợp.

Để thực hiện một hệ thống canh tác thay thế cần hiểu rõ về phân loại cây trồng. Các loại cây trồng đều được phân loại theo thực vật học, nhưng cách phân loại này không dễ hiểu với nông dân. Tốt hơn là nên phân loại theo ngoại dạng và hình dáng cây.

Thí dụ:

- Cây cốc: lúa, lúa mì, ngô, v.v...
- Cây họ đậu: các loại đậu, đỗ, cây keo, cây muồng, v.v...
- Cây rau: rau ăn lá, rau ăn quả, rau ăn hoa, v.v...
- Cây lấy củ: có rễ hoặc thân dưới mặt đất ăn được: khoai, sắn, củ từ, gừng, v.v...
- Cây ăn quả: cam, quýt, nhãn, vải, v.v...

#### *\* Canh tác nhiều loài*

Hệ canh tác này gieo trồng nhiều loài; tức là gồm các cây công nghiệp chính và nhiều loại phụ trên đất trang trại. Điều đó làm giảm dịch bệnh và nguy cơ thất bại hoàn toàn của trang trại. Để thực hiện canh tác nhiều loài, cần chia đất thành những lô và đánh số từng lô.

#### *\* Luân canh*

Hệ canh tác này gồm việc trồng luân phiên các loại cây trồng khác nhau theo vòng tròn trên cùng một mảnh đất. Nó làm giảm sự thoái hoá độ phì, hiện tượng thiếu dinh dưỡng vi lượng và các dịch bệnh đặc biệt xảy ra. Để xây dựng một kế hoạch luân canh tốt cần nghiên cứu tính chất của từng loại cây trồng. Thường có hai nhân tố cần nghiên cứu:

Một là, mức độ tiêu thụ chất dinh dưỡng. Thí dụ, sau khi trồng một loại cây trồng cần dinh dưỡng cao, thì gây trồng một loại ít đòi hỏi dinh dưỡng. Xếp theo mức tiêu thụ dinh dưỡng từ thấp tới cao là: cây họ đậu, cây lấy củ, cây rau, cây ăn quả, cây cốc. Các loại cây cốc có mức tiêu thụ dinh dưỡng cao nhất. Cây họ đậu đòi hỏi ít nhất. Ngoài ra, cây họ đậu còn cung cấp nitơ (đạm) cho đất. Do vậy, điểm then chốt để duy trì độ phì của đất là đưa cây họ đậu vào luân canh.

Hai là, tính chất chống chịu được dịch bệnh hại. Xếp theo tính chống chịu sâu bệnh hại từ cao đến thấp là: cây cốc, cây lấy củ, cây họ đậu, cây rau, cây ăn quả. Cây cốc là loại cây trồng chịu đựng được dịch bệnh khá nhất, còn cây ăn quả là cây trồng yếu nhất về mặt này. Cây cốc có thể làm sạch, hoặc "chữa bệnh" cho đất làm giảm đến mức tối thiểu bệnh hại (nên nhớ là điều này chỉ đúng cho những đất chủ yếu đã trồng rau rồi trồng cây cốc liên tục). Do vậy điểm then chốt để giảm tới mức thấp nhất về bệnh hại là đưa cây cốc vào hệ thống luân canh

#### *\* Canh tác kết hợp*

Hệ thống canh tác kết hợp là một biến dạng của kiểu canh tác nhiều loài gồm việc trồng nhiều loài cây khác nhau trên cùng một lô đất. Thí dụ, trồng ngô xen với đậu. Ngô là loài cây có rễ ăn sâu và yêu cầu dinh dưỡng cao, còn đậu là loài thấp cây hơn, rễ ăn nông, ít yêu cầu dinh dưỡng lại cung cấp đạm cho đất. Không có sự cạnh tranh nào giữa ngô và đậu,

ngô còn sử dụng được đậm do đậu đã cố định được. Tổng sản lượng của ngô và đậu cộng lại cao hơn là sản phẩm riêng rẽ của ngô hoặc đậu trồng riêng rẽ.

Lợi ích của canh tác kết hợp là giảm được sâu bệnh, đồng thời sử dụng đất, ánh sáng mặt trời và lượng mưa tốt hơn. Các nhân tố cần nghiên cứu kỹ là:

- Tiêu thụ chất dinh dưỡng. Cây cốc là cây trồng tiêu thụ nhiều chất dinh dưỡng, cây đậu đòi hỏi ít hơn mà lại cung cấp thêm đạm.

- Độ sâu của rễ. Nếu ta trồng một loại cây rễ ăn sâu với một loại rễ cũng ăn sâu khác thì cả hai sẽ cạnh tranh với nhau và đều không phát triển tốt. Một loại cây rễ nông trồng cùng với một loại cây rễ nông khác cũng phần nào gây khó khăn tương tự. Việc kết hợp một loại cây rễ ăn sâu với một loại cây rễ ăn nông là thích hợp. Thí dụ trồng ngô với bí đỏ. Cây ngô rễ ăn sâu và tiêu thụ chất dinh dưỡng ở lớp đất sâu. Còn bí đỏ rễ ăn nông và tiêu thụ dinh dưỡng ở lớp đất nông ít có cạnh tranh giữa ngô và bí đỏ.

Cây trồng rễ nông nói chung có kiểu thân bò lan còn cây trồng rễ ăn sâu thường có kiểu thân thẳng đứng.

- Các loại cây đuổi côn trùng. Một số loại cây trồng toả ra một mùi đặc biệt đuổi được côn trùng. Thí dụ, hành toả ra một mùi mà bướm không ưa, cho nên nếu trồng hành với cải bắp thì mùi hành sẽ ngăn chặn sâu tấn công cải bắp. Cây kết hợp theo kiểu đó như hành và cải bắp thì hành được gọi là cây "đồng hành".

Dùng cây đồng hành là một biện pháp phòng dịch sâu có hiệu quả.

- Tính chịu bóng. Một số cây trồng sinh trưởng tốt dưới bóng cây lớn. Những loài cây đó thường được gọi là cây ưa bóng hoặc cây chịu bóng. Trồng cây chịu bóng dưới cây rừng hoặc cây công nghiệp cao là biện pháp tăng hiệu suất sử dụng đất. Thí dụ trồng dưa dưới mít, trồng gừng dưới xoài, v.v...

Trên thế giới và ở Việt Nam, có vô số công thức kết hợp không những giữa các loài cây nông nghiệp mà còn giữa cây nông nghiệp với cây lâm nghiệp (cây rừng), gọi là nông lâm kết hợp. Nông nghiệp đây hiểu theo nghĩa cả trồng trọt và chăn nuôi; rừng hiểu theo nghĩa cả cây rừng (gỗ) và các lâm sản khác. Những công thức này còn mở rộng ra cả chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản; cho nên có thể gọi là nông-lâm kết hợp, lâm-nông kết hợp, nông-lâm-ngư kết hợp, nông-lâm-mục kết hợp, nông-lâm-mục-ngư kết hợp. Ở Việt Nam, mấy chục năm gần đây, phổ biến công thức gọi là VAC bao gồm cả cây nông nghiệp, cây lâm nghiệp, chăn nuôi (trên cạn), nuôi trồng thủy sản.

#### **4. Mô hình hệ nông - lâm kết hợp và hệ sinh thái VAC**

##### ***a. Các hệ nông - lâm kết hợp***

Từ rất xa xưa, nhiều dân tộc sống ở miền núi đã dùng phương thức luân canh rừng, rẫy. Người Gia Rai, Ê Đê ở Tây Nguyên làm rẫy trên đất đỏ bazan màu mỡ, dốc thoải, tầng đất rất dày; rừng che phủ có

tác dụng phục hồi độ phì của đất sau nương rẫy. Mật độ dân thưa, mức độ tàn phá rừng không lớn, thời gian bỏ hoá đất sau nương rẫy dài 10-15 năm, môi trường ít bị đảo lộn.

Người Mường ở miền núi Thanh Hoá và Hà Tây, Hoà Bình từ xưa đã có tập quán gieo hạt xoan sau khi phát nương, đốt rẫy để nhờ nhiệt độ cao kích thích cho hạt xoan nảy mầm, chọc lỗ bỏ hạt lúa xen với xoan. Người ta chăm sóc lúa nương kết hợp chăm sóc cho xoan. Mật độ cây xoan để lại khoảng 1000-1500 cây/ha. Sau ba vụ lúa nương, năng suất lúa thấp dần và rừng xoan đã bắt đầu khép kín, hình thành một trạng thái rừng hai tầng: xoan và tre nứa. Cây xoan là cây mọc nhanh gỗ không bị mối mọt được dân vùng này rất ưa thích. Tre nứa và măng cũng là những lâm sản cần thiết cho đời sống nhân dân địa phương. Sau khoảng trên 10 năm, người ta đã có thể khai thác tận dụng xoan, tre nứa và tiếp tục phát đốt làm nương rẫy đợt sau.

Người Mường vùng Thanh Hoá còn có tập quán trồng luồng có xen lúa nương, ngô trong hai năm đầu để tận dụng đất khi luồng chưa khép tán.

Đồng bào dân tộc ít người ở vùng núi Lào Cai, Yên Bái, Quảng Ninh, Quảng Nam, Đà Nẵng có tập quán trồng quế kết hợp với lúa nương và sắn trong ba năm đầu tạo bóng che cần thiết cho cây quế lúc còn non...

Thuật ngữ nông-lâm kết hợp được quen dùng trên thế giới trong những năm gần đây chứa đựng một

khái niệm ngày càng mở rộng. Nông-lâm kết hợp bao gồm các hệ canh tác sử dụng đất đai hợp lí, trong đó các loại cây thân gỗ (cây gỗ, cây bụi thân gỗ, cây trồng họ dừa và tre nứa) được trồng và sinh trưởng trên các dạng đất canh tác nông nghiệp hoặc đồng cỏ chăn thả súc vật. Và ngược lại, các cây nông nghiệp cũng được trồng trên đất canh tác lâm nghiệp. Các thành phần cây gỗ và cây nông nghiệp được sắp xếp hợp lí trong không gian, hoặc được kế tiếp nhau theo thời gian. Giữa chúng luôn luôn có tác động qua lại lẫn nhau về phương diện: sinh thái và kinh tế. Từ "kết hợp" trong thuật ngữ "nông-lâm kết hợp" nói lên sự gắn bó hữu cơ giữa các cây nông nghiệp với các cây lâm nghiệp trên một diện tích canh tác cũng như trên một vùng lãnh thổ hoặc địa bàn sản xuất rộng.

Thành phần của các hệ canh tác nông lâm kết hợp bao gồm:

- Cây thân gỗ sống lâu năm.
- Cây thân thảo (cây nông nghiệp hoặc đồng cỏ)
- Vật nuôi (đại tiểu gia súc, gia cầm, chim thú hoang, động vật thủy sản).

Theo truyền thống của Việt Nam, kết hợp với những mô hình ứng dụng khoa học và công nghệ hiện đại, chúng ta có thể sắp xếp các hệ này thành mấy nhóm:

*Hệ canh tác nông - lâm kết hợp.* Mục đích sản xuất nông nghiệp là cơ bản việc trồng xen các loại cây thân gỗ sống lâu năm (sản xuất lâm nghiệp) nhằm mục

đích phòng hộ cho các cây nông nghiệp như: chắn gió hại, chống xói mòn bảo vệ đất, cải tạo, giữ độ ẩm cho đất, che bóng cho cây trồng để thâm canh tăng năng suất các cây trồng nông nghiệp kết hợp cung cấp thêm gỗ, củi đun, phục vụ cho nhu cầu của nhân dân địa phương. Việc trồng xen các cây lâm nghiệp, trên đất canh tác nông nghiệp không đủ làm giảm năng suất các cây trồng nông nghiệp.

Ở Việt Nam, có thể lấy ví dụ mấy kiểu canh tác nông-lâm kết hợp sau đây:

- Các đai rừng phòng hộ cản sóng bảo vệ sản xuất nông nghiệp. Trồng các đai rừng ngập mặn cản sóng bảo vệ đê biển ngăn nước mặn để phát triển sản xuất nông nghiệp vùng ven biển. Trồng cây dải rừng tràm cản sóng, bảo vệ sản xuất nông nghiệp (sạ lúa nước) trên vùng đất phèn ở đồng bằng sông Cửu Long.

- Kiểu các đai rừng phòng hộ, chống gió hại bảo vệ sản xuất nông nghiệp. Trồng các dải rừng phi lao theo dạng ô vuông đan kết chặt chẽ, chống gió và cát bay để sản xuất nông nghiệp vùng đồng bằng châu thổ.

- Kiểu các đai rừng phòng hộ chống xói mòn đất và chống gió hại để bảo vệ sản xuất nông nghiệp ở vùng đồi và cao nguyên. Trồng các dải rừng phòng hộ keo lá tràm để chặn dòng chảy, chống xói mòn đất, chống gió hại để bảo vệ sản xuất nông nghiệp trên vùng đất đỏ cao nguyên (Tây Nguyên). Trồng các dải rừng phòng hộ chặn dòng chảy, chống xói mòn đất để bảo vệ sản xuất nông nghiệp trên đất dốc vùng đồi.

## *Hệ canh tác lâm - nông kết hợp*

Trong hệ canh tác này, mục đích sản xuất gỗ và tre nứa là cơ bản. Việc tiến hành trồng xen các cây nông nghiệp với cây rừng là kết hợp, nhằm hạn chế cỏ dại xâm chiếm, thúc đẩy cây rừng sinh trưởng tốt hơn, chăm sóc và bảo vệ được rừng trồng, kết hợp giải quyết một phần khó khăn về lương thực, thực phẩm ở vùng đồi núi. Có những kiểu sau đây:

- Kiểu trồng xen các cây nông nghiệp ngắn ngày, cung cấp lương thực-thực phẩm với cây rừng, trong giai đoạn đầu khi rừng trồng chưa khép tán. Trồng xen các cây nông nghiệp với các cây lâm nghiệp hoàn toàn ưa sáng (bồ đề, tẻch, tre, luồng). Trồng xen cây nông nghiệp với cây rừng trong giai đoạn cây rừng còn nhỏ không ưa ánh sáng, trực xạ mạnh (rừng mõ). Trồng xen cây nông nghiệp với cây rừng cần che bóng trong các năm đầu (rừng quế, rừng sao dầu, v.v...).

- Kiểu trồng xen các cây lương thực - thực phẩm, dược liệu dưới tán rừng: cà phê, chè, dứa dưới tán rừng lim, sa nhân, thảo quả, gừng...

### *Hệ rừng vườn, vườn rừng*

Hệ này có ý nghĩa rất quan trọng đối với vấn đề canh tác trên đất dốc (vùng đồi núi).

- Kiểu rừng lương thực, thực phẩm, dược liệu: dẻ, sến, đào lộn hột, dừa, quy hồi...

- Kiểu các cây công nghiệp thân gỗ sống lâu năm: cà phê với muồng đen, chè với trâu, hồ tiêu và cây gỗ thùng mực làm chỗ dựa cho cây hồ tiêu leo, v.v...

## *Hệ canh tác lâm - nông kết hợp*

Trong hệ canh tác này, mục đích sản xuất gỗ và tre nứa là cơ bản. Việc tiến hành trồng xen các cây nông nghiệp với cây rừng là kết hợp, nhằm hạn chế cỏ dại xâm chiếm, thúc đẩy cây rừng sinh trưởng tốt hơn, chăm sóc và bảo vệ được rừng trồng, kết hợp giải quyết một phần khó khăn về lương thực, thực phẩm ở vùng đồi núi. Có những kiểu sau đây:

- Kiểu trồng xen các cây nông nghiệp ngắn ngày, cung cấp lương thực-thực phẩm với cây rừng, trong giai đoạn đầu khi rừng trồng chưa khép tán. Trồng xen các cây nông nghiệp với các cây lâm nghiệp hoàn toàn ưa sáng (bồ đề, tếch, tre, luồng). Trồng xen cây nông nghiệp với cây rừng trong giai đoạn cây rừng còn nhỏ không ưa ánh sáng, trực xạ mạnh (rừng mỡ). Trồng xen cây nông nghiệp với cây rừng cần che bóng trong các năm đầu (rừng quế, rừng sao dầu, v.v...).

- Kiểu trồng xen các cây lương thực - thực phẩm, dược liệu dưới tán rừng: cà phê, chè, dưa dưới tán rừng lim, sa nhân, thảo quả, gừng...

### *Hệ rừng vườn, vườn rừng*

Hệ này có ý nghĩa rất quan trọng đối với vấn đề canh tác trên đất dốc (vùng đồi núi).

- Kiểu rừng lương thực, thực phẩm, dược liệu: dẻ, sến, đào lộn hột, dừa, quy hồi...

- Kiểu các cây công nghiệp thân gỗ sống lâu năm: cà phê với muồng đen, chè với trầu, hồ tiêu và cây gỗ thường mục làm chỗ dựa cho cây hồ tiêu leo, v.v...

- Vườn quả: nhãn, táo, vải, chôm chôm, v.v...

- Vườn rừng, rừng vườn: tầng một là mít, tầng hai là chè, gồm hai tầng thân cây gỗ. Hoặc tầng một là sầu riêng (cây ưa sáng hoàn toàn), tầng hai là măng cụt, dâu (cây trung tính về ánh sáng), tầng ba là bòn bon (cây ưa bóng hoàn toàn).

### *Hệ canh tác nông-lâm-mục kết hợp*

- Kiểu đồng cỏ trồng xen các loại cây thân gỗ lâu năm mọc rải rác và tạo thành các băng rừng ngăn súc vật, áp dụng chăn thả đồng cỏ luân phiên, chú ý phát triển các loại cây gỗ họ đậu có khả năng cố định nitơ, nâng cao độ phì của đất đồng cỏ, đồng thời có thể làm thức ăn gia súc.

Kiểu chăn nuôi dưới tán rừng: rừng phi lao trên đất cát ven biển, rừng tre luồng.

Kiểu nông-lâm-mục kết hợp: các dải rừng phi lao phòng hộ theo dạng ô vuông cho các ruộng canh tác nông nghiệp và cỏ chăn nuôi dưới tán rừng phi lao. Tre, luồng trồng giai đoạn đầu khi chưa khép tán, trồng xen các cây lương thực, thực phẩm; chăn nuôi dưới tán rừng.

*Các hệ canh tác kết hợp nông-lâm với chăn nuôi, nuôi thủy sản*

Kiểu rừng ngập với tôm he, cá.

Kiểu rừng tràm với cá, ong.

Kiểu rừng tràm với lúa nước (cấy hoặc sạ với rừng tràm trong hai năm khi rừng trồng chưa khép tán và

cấy lúa ven rừng tràm có sở phèn của nước dưới rừng tràm), nuôi cá, tôm, ong.

- Kiểu các vườn quả, vườn rừng, rừng vườn với nuôi ong (vải, nhãn, táo, sấu, xoài, roi, v.v...); rừng tràm, rừng ngập mặn, rừng bạch đàn có nuôi ong.

*Những hệ nông-lâm kết hợp đa dạng như vậy (có chăn nuôi gia súc, gia cầm, ong, nuôi trồng thủy sản), đã được mở rộng trên nhiều địa bàn: vùng đất cát và cồn cát ven biển, vùng đất ngập mặn ven biển, vùng đất phân, vùng đất phù sa châu thổ, vùng đất đồi và cao nguyên vùng đá núi.*

### ***b. Hệ sinh thái VAC***

VAC là ba chữ cái đầu của ba từ Việt Nam: vườn, ao, chuồng. V là vườn tức là các hoạt động trồng trọt; A chỉ các hoạt động nuôi trồng thủy sản; C là các hoạt động chăn nuôi trên cạn. VAC là chỉ một hệ sinh thái trong đó có sự kết hợp chặt chẽ hoạt động làm vườn, nuôi trồng thủy sản và chăn nuôi.

Một phần sản phẩm trong vườn vây quanh ao, bèo thu trên mặt ao dùng làm thức ăn chăn nuôi và nuôi cá. Ao cung cấp nước tưới cho vườn và bón phân. Một phần cá loại thải có thể dùng làm thức ăn bổ sung cho gia súc, gia cầm. Ngược lại, phân chuồng dùng bón cây trong vườn, nước phân làm thức ăn cho cá.

Tất cả các tác động qua lại đó của VAC đều thông qua hoạt động của con người. Con người tiêu thụ sản phẩm của VAC và đưa vào hệ thống này một số yếu

tổ từ bên ngoài (phân bón, thức ăn cho chăn nuôi), đồng thời điều khiển quá trình xử lý toàn bộ chất thải trong VAC. Các chất thải của người, của VAC sẽ được dùng để phát triển chăn nuôi, trồng trọt.

Hệ sinh thái VAC đã có trong truyền thống lâu đời của nhân dân Việt Nam. Nhà nào cũng có mảnh vườn trồng rau, có nuôi gà vịt và có một ao cá. Qua khai thác vườn, ao ở quanh nhà và làm ruộng, người nông dân đã đi đến nhận định về hiệu quả kinh tế: *thứ nhất canh trì* (ao), *thứ nhì canh viên* (vườn), *thứ ba canh điền* (ruộng). Nhân dân Việt Nam đã khai thác vườn theo chiều sâu, tận dụng ánh sáng và độ ẩm để phát triển cây trồng theo mô hình rừng nhiệt đới, trồng nhiều tầng nhiều loại cây, nhiều vụ, nhằm tận dụng năng lượng mặt trời. Vườn có lợi thế là ở cạnh nhà, việc chăm sóc, quản lý thuận tiện. Làm vườn tận dụng được lao động dư thừa của gia đình. Hiệu quả kinh tế của ao cũng là nhờ khai thác theo chiều sâu. Nuôi cá nhiều lớp, trên mặt nước nuôi vịt, thả rau bèo làm thức ăn nuôi lợn. Mép nước, bờ ao, trồng cây, trên mặt ao làm giàn trồng bầu, bí, mướp.

Hệ sinh thái VAC là một mô hình có hiệu quả thể hiện chiến lược tái sinh: tái sinh nguồn năng lượng mặt trời qua quang hợp của cây trồng, tái sinh các vật thải, sử dụng vật thải của một quy trình sản xuất này làm nguyên liệu cho một quy trình sản xuất khác. Chiến lược tái sinh yêu cầu tận dụng các vật thải góp phần làm thanh sạch môi trường...

Ở Việt Nam, người ta cũng gọi kinh tế VAC là "kinh tế vườn", góp phần cải thiện dinh dưỡng, bảo đảm an ninh lương thực - thực phẩm cho hộ gia đình, tạo công ăn việc làm, cung cấp thêm của cải cho xã hội. Làm vườn theo cách kết hợp trồng cây nông nghiệp, cây lâm nghiệp với chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản, đã tạo ra những hệ sinh thái bền vững, cảnh quan sống trong lành, phủ xanh đất trống đồi trọc, đất cát, v.v... góp phần giữ gìn và cải thiện môi trường. Nhiều hộ nông dân nghèo, sau một thời gian không dài làm VAC, đã tăng thu nhập; mở rộng sản xuất; không những ở vườn, ao nhà mà tiến ra vườn rừng, vườn đồi, vườn bãi cát, các mặt nước lớn, thành những "trang trại vườn", trang trại VAC", "trang trại VACR".

Qua phong trào làm VAC ở các vùng sinh thái khác nhau, người ta đã đưa ra những tư liệu đáng tin cậy về hiệu quả các mặt của nó: tăng thu nhập về kinh tế, tạo công ăn việc làm, cải thiện dinh dưỡng, tăng cường sức khoẻ, ổn định đời sống nông thôn, làm sạch môi trường.

### **5. Nông nghiệp bền vững và nông nghiệp sạch**

Nông nghiệp sạch (làm ra những nông phẩm sạch) là phương pháp khắc phục những nguyên nhân gây ô nhiễm sản phẩm nông nghiệp, nhất là do phân bón có nitrat và thuốc hoá học trừ sâu.

Việc lạm dụng những vật tư kỹ thuật này là một mối đe dọa đối với môi sinh, đồng thời cũng làm tăng

chi phí sản xuất đối với nông dân nghèo. Năm 1990, một cơ quan nghiên cứu nông học của Pháp đã chứng minh rằng, nông dân có lợi về thu nhập hơn nếu tiết kiệm phân bón hoá học và thuốc trừ sâu dù năng suất có bị giảm ít nhiều: thu hoạch 80 tạ lúa mì một héc-ta cũng tương đương với thu hoạch 65 tạ/ha, nếu không cần đến phân hoá học, thuốc diệt nấm và những chất điều hoà sinh trưởng.

Ô nhiễm trong nông nghiệp là vấn đề khó khắc phục, vì nó trải trên diện rộng khắp nơi, vậy không thể nghĩ đến việc dùng các "trạm lọc" như đã thực hiện với một thành phố, một nhà máy hay một trại chăn nuôi công nghiệp. Cách khắc phục duy nhất ở đây là sản xuất sạch.

#### ***a. Những biện pháp đã được sử dụng để hạn chế các chất nitrat***

- Căn cứ vào những nhu cầu của cây trồng mà điều chỉnh lượng phân bón bằng cách bón nhiều vào những lúc cần thiết nhất và nếu có thể, phân chia chúng vào những giai đoạn chủ yếu trong quá trình phát triển của cây trồng. Có thể đo hàm lượng đạm của đất hay của cây trồng, để khỏi phải bổ sung một cách vô ích.

- Cải tiến cách bón phân: dùng cách bơm phân bón thể lỏng hoặc thể khí vào lòng đất ở độ sâu của rễ cây thì tăng được sự hấp thụ và giảm được hao phí.

- Tránh để đất "mất đạm": điều này chủ yếu nhất là do đất bị để trống hoặc có ít cây trồng bao phủ.

Để khắc phục, có thể trồng các loại cây vào vụ đất thường nghỉ (vụ đông) để chúng hấp thụ hết lượng đạm còn lại trong đất và chúng sẽ giữ cho đất khỏi bị bạc màu. Sau mùa đông có thể thu hoạch chúng hay chôn vùi chúng bằng cách cày xới đất (cây, lá vùi xuống đất sẽ trở thành phân xanh cho vụ xuân sau đó).

- Những sản phẩm như các chất phong toả hocmôn trẻ của côn trùng (do đó làm cho ấu trùng sớm lột xác và chết ngay) hay các chất tạo ra phêrômôn (những chất hoá học giúp côn trùng giao tiếp với nhau), khi tăng những chất này lên, sẽ làm rối loạn sự giao tiếp của chúng, và như vậy chúng sẽ không sinh sản được.

- Đấu tranh sinh học: thả ồ ạt những côn trùng đã bị triệt sản vào giữa đám côn trùng bình thường, dùng kí sinh trùng hoặc côn trùng ăn mồi để diệt những loài sâu bọ có hại (côn trùng cánh mỏng), thả các loài vi sinh vật diệt sâu hại. Trong tương lai, người ta có thể dùng những vi sinh vật đã chịu biến đổi về gen để thả vào thiên nhiên, nhưng việc này phải được tiến hành vô cùng cẩn thận.

### ***b. Nông nghiệp sạch và nông nghiệp bền vững***

Nói một cách tóm tắt, nông nghiệp "không sạch" và cũng không bền vững gây những hậu quả sau đây:

Lương thực, thực phẩm từ những nông sản làm ra với phân hoá học, kích thích tố, thuốc trừ sâu hoá học, thuốc bảo quản và phụ gia chế biến, thường kém chất lượng dinh dưỡng, hương vị, tỉ lệ nước cao, lại

gặp khó khăn về bảo quản và chứa các dư lượng hoá chất.

Các phân hoá học, hoá chất kích thích sinh trưởng, diệt cỏ, trừ sâu bệnh, không những làm ô nhiễm thực phẩm mà còn gây ô nhiễm lâu dài đối với môi trường đất, nước, không khí, làm cho đất bị thoái hoá, các tài nguyên sinh vật suy giảm.

Các chất độc còn tác động vào cơ thể con người sử dụng nó, tích lũy vào cơ thể những người tiêu dùng sản phẩm và gây hại cho những sinh vật khác trong vùng.

Chế độ độc canh và ô nhiễm này làm cho các giống cây, con đặc sản mất dần đi, vì nông dân được quảng cáo dùng các giống mới năng suất cao, lợi nhuận nhiều, mà sự thiệt hại là mất mát những nguồn gen cơ bản cho tương lai.

Phấn đấu cho một cuộc sống no đủ, xoá đói giảm nghèo và tăng cường sức khoẻ là những vấn đề không tách rời nhau. Muốn có sức khoẻ, trước hết phải có lương thực-thực phẩm có chất lượng về dinh dưỡng và sản phẩm sạch, không bị ô nhiễm. Nông nghiệp sạch và nông nghiệp bền vững có giá trị thực tiễn, mỗi gia đình, mỗi cộng đồng trong phạm vi của mình đều có thể thực hiện được.

Nông nghiệp sạch và nông nghiệp bền vững phải nằm trong hệ thống chiến lược của toàn xã hội.

Phát triển sản xuất nông-lâm-ngư nghiệp tuân theo các quy luật của thiên nhiên, sinh thái địa phương,

khai thác tính đa dạng của nó, du nhập thận trọng những giống thích nghi, không độc canh trên diện tích rộng một cách nhân tạo mà giữ cho được hệ sinh thái hài hoà giữa các tầng lớp cây rừng với cây trồng.

Cải thiện và giữ gìn lớp đất trồng có cấu trúc tốt ngày càng dày hơn, thành phần cân đối giữa các chất khoáng mùn, hữu cơ, vi sinh và vi lượng.

Giữ cho cánh đồng, cánh rừng, khu vườn đa dạng động vật và thực vật, có nhiều cây con khác nhau có nhiều sản phẩm khác nhau.

Nhà nước có biện pháp nghiêm ngặt xử lí những sản phẩm lương thực, thực phẩm nhiễm độc, những hoạt động phá hoại tài nguyên và môi trường đất.

### *c. Đất và hướng sử dụng*

Trong hệ nông nghiệp bền vững không nên coi đất là một nhân tố hạn chế quan trọng. Nếu chỉ quan tâm chú ý trong vài năm, sinh thái đất có thể được thay đổi và cải thiện. Có rất ít loại đất hoàn toàn vô giá trị: bao giờ cũng có những loại cây tiên phong đến chiếm lĩnh trên những đất đó.

Ở bất cứ điểm nào cũng cần điều tra cơ bản về đất, độ pH, khả năng tiêu hủy, các loại cây đang mọc trên đó, từ đó mà quyết định áp dụng phương pháp cải tạo đất.

Đất trơ trọc là đất đã bị hỏng, do sự can thiệp của con người và do súc vật đã phá vỡ cân bằng sinh thái. Đất trọc đã bị bức xạ mặt trời, gió, nước rửa trôi, xói mòn.

Trong nông nghiệp bền vững áp dụng phương pháp xử lý đất, làm đất thoáng xốp cải thiện độ phì của đất bằng cách:

- Trồng rừng và cây bụi.
- Dùng cách cày không lật.
- Tăng sinh vật trong đất, đặc biệt là giun, để làm thoáng đất (bón phân rác).

Đặc trưng của đất là có một lượng thích hợp độ ẩm, oxi, chất dinh dưỡng, chất hữu cơ. Đất được hình thành và bảo dưỡng bởi chu trình rễ cây hút nước và chất dinh dưỡng ở tầng dưới để nuôi cây; lá quả và rác cây rụng xuống đất tạo ra chất hữu cơ, cung cấp chất dinh dưỡng cho đất nuôi cây.

Các bước phục hồi đất gồm:

- Phòng chống xói mòn đất bằng cách phủ đất, trồng rừng ở những địa bàn dễ bị xói mòn (sườn đồi dốc, khúc rãnh, bờ ruộng, kênh, bờ đường) và kiểm tra nước chảy nội địa. Dùng các loài cây mọc nhanh sẵn có ở địa phương, dùng khúc gỗ chắn ngang dốc để giữ lại đất mịn và nước cho cây trồng phía sau.

- Tăng chất hữu cơ cho đất. Trên quy mô lớn: trồng cây phủ đất cây phân xanh. Quy mô nhỏ: dùng rác bếp, rác cây.

- Làm cho đất tơi xốp, cung cấp không khí cho đất. Quy mô lớn: cày xẻ rãnh để thay đổi chế độ vật lý của đất. Quy mô nhỏ: dùng bừa.

- Thay đổi độ pH hoặc trồng những loại cây thích nghi với độ pH hiện hữu (đỡ chi phí hơn là thay đổi

độ pH). Đối với đất axit thì dùng đá vôi, magiê, thạch cao, đolômit. Đối với đất kiềm dùng photphat axit, nước tiểu. Đối với tất cả các loại đất, dùng phân chuồng, phân xanh, phân trộn (phân rác) đều giữ pH ở độ trung bình.

- Cải thiện đất thiếu chất dinh dưỡng bằng phân hữu cơ, phân hoá học, phân chuồng, phân xanh. Hạt giống bọc phân và phun phân lên lá là những phương pháp bón phân kinh tế.

- Thúc đẩy hoạt động sinh học trong đất: giun, vi sinh vật.

Trong công tác điều tra tài nguyên về đất, cần tìm hiểu những yêu cầu cải tạo đất để chuẩn bị trước những phương tiện và vật tư để làm sau này. Ngoài ra, cần chú ý những việc sau:

#### *\* Quản lý cây và súc vật*

Không chăn thả quá mức đàn gia súc làm đất bị gí nén vì giẫm đạp. Một số người đã cấy giun vào đất đồng cỏ, gieo những cây có rễ ăn sâu để vỡ đất và làm đất thoáng. Có thể trồng cải củ, diếp xoăn, cây bụi, cây họ đậu.

Rác tủ, cây phủ đất, cây phân xanh: phòng chống xói mòn, tăng chất dinh dưỡng và chất hữu cơ cho đất, hạn chế đất bốc hơi nước, làm một thảm đệm phòng chống những nhiệt độ cực đoan, quá nóng hoặc quá lạnh tác động vào đất. Hai loại nguyên liệu từ đất: nguyên liệu khô, lá cây đã khô mục và nguyên liệu tươi, mọc dưới cây và cây bụi. Nguyên liệu khô

cần phải thu gom (nhiều khi ở nhiều địa điểm khác nhau); nguyên liệu tươi phải gieo hạt, cắt lá.

Cây phủ đất là cây trồng sau khi hoa màu chính đã được thu hoạch, nhằm bảo vệ đất. Cây phân xanh chủ yếu thường là những cây họ đậu trồng để làm tốt đất, cắt làm nguyên liệu ủ, hoặc cày vùi trước khi ra hoa (nếu để cây ra hoa và kết quả đậm cố định sẽ giảm vì đã bị cây sử dụng).

*\* Xác định đất đã được phục hồi*

Những kết quả sau đây chỉ đạt được và giữ lâu bền nếu đất không bị gí nén bởi các máy nông nghiệp nặng hoặc trâu bò giẫm đạp:

- Đất là một vật thể sống: giun, sâu bọ xuyên trong khối đất, hút ôxy và không khí.

- Đất tươi xốp: nước, khí cacbonic và axit humic thấm xuống dễ dàng, giải phóng chất dinh dưỡng ở đất để nuôi cây và làm ổn định độ pH.

- Đất thoáng giữ nhiệt trong mùa đông, giảm nhiệt trong mùa hè.

- Đất hấp thụ giữ nước không để chảy đi, bốc thoát hơi nước.

- Nguyên liệu thực vật hấp thụ nước được sử dụng về sau.

- Rễ cây chết tạo thành các đường ống dưới đất giữ không khí và cố định ôxy trong chu kì phân huỷ.

- Rễ cây lâu năm và cây hàng năm dễ dàng ăn sâu xuống đất.

- Đất luôn luôn biến đổi, nếu không bị giẫm đạp gi nén, cày xới hoặc thoái hoá bởi hoá chất thành một vật thể chết.

*\* Thiết lập đất vườn*

Người làm vườn cần tạo ra đất vườn bằng cách phối hợp ba quá trình sau:

- Lên liếp cao hoặc thấp (tùy theo địa hình) để giữ nước hoặc thoát nước, đôi khi phải san bằng mặt liếp để có thể tưới tràn.

Trộn phân xanh ngấu hoặc mùn vào đất. Có thể cải tiến lí tính của đất bằng đất sét, cát, chất hữu cơ để thực hiện cân bằng lí hoá tính của đất.

- Tủ rác cho đất để hạn chế bốc hơi, nhiệt của mặt trời và xói mòn.

Với những phương pháp trên, người làm vườn có thể tạo ra đất vườn ở bất cứ nơi đâu. Những kỹ thuật kết hợp là trồng cây để lấy nguyên liệu làm phân xanh ủ, làm giàn cây, nhà kính, tưới nhỏ giọt, điều chỉnh gió, ánh sáng và nhiệt độ.

Trong nông nghiệp bền vững, tủ rác là khoản đầu tư ban đầu khá lớn. Mặc dù nguyên liệu tủ rác rất rẻ (vỏ đậu, rong biển, rơm cỏ mục, phân súc vật), nhưng công vận chuyển và rải tủ khá tốn kém vì khối lượng nguyên liệu rất lớn. Thí dụ: 15m<sup>3</sup> mùn của chẳng tủ được bao nhiêu diện tích, nếu tủ thành một mảng kín.

## Những đất phải xử lý theo cách riêng

### *Đất nhiệt đới*

Ở nhiệt đới, canh tác trên đất trơ trọc là điều không thể thực hiện được. Đất thoải và ao hồ có thể sản xuất lâu bền nếu chỉ chiếm khoảng 15% tổng diện tích trên địa bàn nhưng trên một khoảng đất rộng trên 1 hécta, ta phải trồng cây ở đường ranh giới, hàng rào, vườn cây thân gỗ và trồng xen cây họ đậu thân gỗ. Ở vùng nhiệt đới 80-85% chất dinh dưỡng được giữ lại ở thảm thực vật, nên nếu không có chất dinh dưỡng do lá rụng, khối lượng rễ và rác cây cung cấp thì canh tác hoa màu không thể tiếp tục lâu dài. Cơ cấu đất sẽ hình thành sau khi đã thiết lập được hệ thống cây và bụi.

Khi phát quang hết cây, đất trống thường thiếu canxi, silicat, và những chất dinh dưỡng dễ bị rửa trôi như lưu huỳnh, ka li, đạm. Cho nên thời kì đầu cần bón phân chuồng, bột phốt phát tự nhiên, phân chim và tủ đất bằng lá tre, trấu, lá cây họ đậu, cỏ khô. Hạn chế cây nông nghiệp trong 28% tổng số cây che phủ và nên áp dụng phương pháp trồng thành hàng xen kẽ trong hệ thống trồng rừng để kiến tạo đất và hạn chế mất mát về xói mòn và rửa trôi. Ngay trên đồng cỏ cũng cần được cây họ đậu lớn lâu năm che bóng, trồng cây cách cây 20-30m để giữ vững sản lượng cỏ. Đất có độ dốc từ 15° trở lên phải làm thành bậc thang hoặc trồng rừng để chống xói mòn.

## **Đất khô cằn**

Đặc trưng quan trọng nhất của đất khô cằn là độ kiềm cao (pH 8,0-10,5) do nước bốc hơi đưa muối canxi, magiê và các muối kiềm (cacbonat) lên tầng đất mặt. Các nguyên tố vi lượng cũng thiếu (kẽm, đồng, sắt). Có thể cung cấp nguyên tố vi lượng bằng kỹ thuật phun vào lá, hoặc cung cấp phân ủ và rác tủ cho đất.

Chất mùn trong đất phân hủy nhanh thành nitrat trong điều kiện nóng và có nước; nhiều khi cây bị chết do nồng độ nitrat quá cao.

Ở vườn gia đình, có thể xử lý đất theo quy mô nhỏ. Nếu là đất cát không giữ được nước thì trộn thêm đất sét, mùn trên liếp trồng, rất có tác dụng trong tưới tràn. Ngược lại, ở đất sét nặng không hút được nước, có thể trộn thêm vôi, thạch cao, cát và mùn vào đất để nước thấm sâu vào các hạt sét. Ở đất mặn hoặc bị nước mặn trào vào, liếp phải vượt cao để cho muối rửa trôi xuống sâu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### *Tủ sách khuyến nông phục vụ người lao động*

1. Mai Phương Anh, Trần Khắc Thi, Trần Văn Lại: *Rau và trồng rau*. Nxb Nông nghiệp - 1996.
2. Bùi Chí Bửu - Nguyễn Thị Lang: *Ứng dụng công nghệ sinh học trong cải tiến giống lúa*-Nxb Nông nghiệp - 1995.
3. Luyện Hữu Chỉ và cộng sự. 1997. *Giáo trình giống cây trồng*.
4. *Công nghệ sinh học và một số ứng dụng ở Việt Nam*. Tập II. Nxb Nông nghiệp - 1994.
5. G.V. Guliaeb, IU.L. Guijop. *Chọn giống và công tác giống cây trồng* (bản dịch) Nxb Nông nghiệp - 1978.
6. Cục Môi trường. *Hiện trạng môi trường Việt Nam và định hướng trong thời gian tới*. Tuyển tập Công nghệ môi trường, Hà Nội, 1998.
7. Lê Văn Cát. *Cơ sở hóa học và kỹ thuật xử lý nước*. Nxb Thanh Niên, Hà Nội, 1999.
8. Chương trình KT-02, *Bảo vệ môi trường và phát triển bền vững*, Tuyển tập các báo cáo khoa học tại Hội nghị khoa học về Bảo vệ môi trường và PTBV, Hà Nội, 1995.
9. *Dự báo thế kỷ XXI*, Nxb Thống Kê, 6/1998.
10. Lê Văn Khoa và Trần Thị Lành, *Môi trường và phát triển bền vững ở miền núi*, Nxb Giáo dục, 1997.
11. *Luật Tài nguyên nước*, Nxb Chính trị quốc gia, 1998.
12. Lê Văn Nãi, *Bảo vệ môi trường trong xây dựng cơ bản*, Nxb Khoa học kỹ thuật, Hà Nội, 1999.

## MỤC LỤC

|                                                          | Trang |
|----------------------------------------------------------|-------|
| <i>Lời nói đầu</i>                                       | 5     |
| I. MÔI TRƯỜNG VÀ SINH THÁI HỌC                           | 7     |
| II. MÔI TRƯỜNG SINH THÁI VÀ NÔNG NGHIỆP<br>BỀN VỮNG      | 24    |
| III. NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG TRÊN NỀN TẢNG<br>SINH THÁI HỌC | 53    |
| IV. Ô NHIỄM ĐẤT VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐẤT                 | 65    |
| V. PHÁT TRIỂN CÁC HỆ THỐNG NÔNG NGHIỆP<br>BỀN VỮNG       | 106   |
| <i>Tài liệu tham khảo</i>                                | 134   |

# **HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐẤT ĐAI THEO NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG**

---

**NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG-175 GIẢNG VÕ-HÀ NỘI**  
**ĐT: 7366522-8515380-8439543**

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

**PHAN ĐÀO NGUYỄN**

*Chịu trách nhiệm bản thảo:*

**TRẦN DŨNG**

*Biên tập:* **HOÀNG THANH DUNG**

*Vẽ bìa:* **TRƯỜNG GIANG**

*Sửa bản in:* **NGỌC ANH**

---

In 3000 cuốn, khổ 13 x 19 cm, tại nhà in Công ty Hữu Nghị.

Giấy phép xuất bản số: 70-2006/CXB/49-03/LĐ.

Cấp ngày 08 tháng 03 năm 2006.

In xong và nộp lưu chiểu Quý II năm 2006.

TỦ SÁCH KHUYẾN NÔNG PHỤC VỤ NGƯỜI LAO ĐỘNG

# Hướng dẫn sử dụng đất đai theo nông nghiệp bền vững



NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG

hướng dẫn sử dụng đất đai



14.000 VNĐ

GIÁ: 14.000