

**Bảng 2. Các biến của mô hình 2 hệ sinh thái nông nghiệp Pháp và Việt nam**  
(Tính cho 1 ha đất nông nghiệp)

Các biến	Hệ sinh thái nông nghiệp	
	Pháp	Việt Nam
Người nông nghiệp (người/ha)	0.15	5.44
Người thành thị (người/ha)	1.55	2.18
Lao động nông nghiệp (người/ha)	0.06	1.94
Sản lượng lương thực (kg/ha)	1522	2045
Lương thực ăn trong nông nghiệp (kg/ha)	14	1262
Lương thực chăn nuôi (kg/ha)	669	318
Lương thực ăn ở thành thị (kg/ha)	147	506
Lương thực xuất hay nhập (kg/ha)	-691	+174
Gia súc tiêu chuẩn (con/ha)	7.0	5.7
Thịt sản xuất (kg/ha)	170	59
Sữa sản xuất (kg/ha)	1056	-
Thịt ăn trong nông nghiệp (kg/ha)	15	46
Sữa ăn trong nông nghiệp (kg/ha)	92	-
Thịt ăn ở thành thị (kg/ha)	155	18
Sữa ăn ở thành thị (kg/ha)	963	-
Phân chuồng dùng (t/ha)	28	23
Phân hoá học dùng (kg NPK/ha)	198	25
Năng lượng hoá thạch dùng ( $10^9$ J/ha)	15.5	20.2

So sánh hai hệ sinh thái trên ta thấy, hệ sinh thái nước ta là hệ sinh thái đông dân gấp 4,5 lần ở Pháp. Về sản xuất lương thực, trình độ thâm canh của ta cao hơn vì tính tất cả các vụ trong năm và nước ta tỷ lệ đồng cỏ thấp. Tuy vậy, về năng suất chăn nuôi thì ở nước ta thấp hơn ở Pháp nhiều, riêng về thịt đã thấp hơn gần 3 lần. Để có sản lượng chăn nuôi cao, ở Pháp đã đầu tư năng lượng hoá thạch trên héc ta gấp hơn 7 lần và dùng phân hoá học gấp gần 8 lần nước ta.

4.

## 5. ĐIỀU KHIỂN HOẠT ĐỘNG CỦA CÁC HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

### 5.1. Khái niệm

Ở các phần trên, chúng ta đã xét đến thành phần và sự hoạt động của các hệ sinh thái nông nghiệp. Hiểu biết các hệ sinh thái là nhằm mục đích điều khiển chúng. Điều khiển thành phần cũng như hoạt động của chúng để đạt năng suất nông nghiệp cao nhất với sự đầu tư ít nhất, phát triển tài nguyên, bảo vệ môi trường.

Mục đích của việc nghiên cứu hệ thống là để điều khiển sự hoạt động của hệ thống. Khoa học nghiên cứu các hệ thống phức tạp và động gọi là điều khiển học (cybernetic). Điều khiển học là lý thuyết nghiên cứu về các hệ thống trừu tượng. Bộ môn điều khiển học ứng dụng trong sinh học gọi là điều khiển học sinh học (biocybernetic). Bộ môn này nghiên cứu sự hoạt động của các hệ thống sinh học, do đấy khoa học về các hệ sinh thái có thể coi là một bộ phận của điều khiển học sinh học.

Gần đây trong khoa học bàn nhiều đến việc ứng dụng quan điểm hệ thống để giải quyết các vấn đề phức tạp và tổng hợp. Đặc biệt trong sinh học, quan điểm này rất phát triển. Quan điểm hệ thống là sự khám phá đặc điểm của hệ thống đối tượng

bằng cách nghiên cứu bản chất và đặc tính của các mối tác động qua lại giữa các yếu tố. Thực chất đây là sự thâm nhập của điều khiển học vào mọi khoa học. Nội dung của việc điều khiển các hệ sinh thái nông nghiệp thực chất là các biện pháp kinh tế - xã hội và kỹ thuật nhằm phát triển nông nghiệp thịnh vượng và bền vững.

Việc nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp trên quan điểm hiện đại này cũng mới được bắt đầu trong thời gian gần đây và còn phân tán trong nhiều công trình lẻ tẻ, chưa có một sự tổng hợp hoàn chỉnh.

Công cụ cơ bản của điều khiển học để nghiên cứu các hệ thống điều khiển là mô hình toán học.

## **5.2. Nguyên lý, nội dung và nguyên tắc điều khiển**

### **a) Nguyên lý điều khiển**

Theo Nhesterov (1975) thì sinh sinh thái (bioecoie) là sự kết hợp tối ưu giữa thiên nhiên sinh vật và phi sinh vật, toàn bộ thiên nhiên đều hướng tới đó trong quá trình phát triển tự nhiên, nhưng chỉ tiếp cận đến những đoạn nhất định bởi vì mâu thuẫn giữa các yếu tố sinh vật và phi sinh vật của tự nhiên không mất đi mà chỉ thay đổi.

Như vậy thì điều khiển không có nghĩa là trong ý muốn chủ quan áp đặt cho thiên nhiên mà vấn đề là nhận thức đúng quy luật và hoạt động phù hợp với các quy luật của tự nhiên.

Để đạt năng suất của hệ sinh thái, chúng ta phải điều khiển để tạo nên một trạng thái cân bằng, phù hợp với năng suất dự kiến. Mỗi hệ sinh thái có nhiều mức độ cân bằng. Điều khiển là xác lập cân bằng ở một mức độ nào đó phù hợp với điều kiện thực tế và phù hợp với năng suất dự kiến.

Có 3 hướng điều khiển:

- Tăng vòng quay của các quá trình sinh học, tăng vòng quay của chu chuyển vật chất, từ đó mà tăng được sản phẩm.
- Điều chỉnh các giai đoạn của chu trình chu chuyển vật chất và làm cho các giai đoạn đó tạo ra nhiều sản phẩm.
- Tạo cơ cấu hợp lý cho sản lượng cao.

Chương trình hoá năng suất cũng là một hoạt động điều khiển chứ không phải là toàn bộ điều khiển và có khi cũng không phải là cái chủ yếu nhất. Một trong những nhược điểm của chương trình hoá năng suất đó là chương trình của những trị số bình quân, dù là bình quân của những năng suất cao, bởi vì trong sinh học nhiều khi trị số bình quân lại không có ý nghĩa (ví dụ, bình quân 400 bông/m<sup>2</sup>, nhưng có khi trị số bình quân này lại cho ra những năng suất khác nhau: 5 tấn, 6 tấn, có khi 3 tấn/ha ... hoặc nhiệt độ bình quân 25°C là rất thích hợp với một loại cây trồng, nhưng có khi trị số bình quân ấy lại là kết quả của nhiệt độ cao nhất là 45°C và thấp nhất là 5°C, ở 2 cực trị này, cây trồng ấy sống không nổi). Nhược điểm nữa là nó máy móc cứng nhắc vì nó định trước là phải đạt x bông/m<sup>2</sup>, y hạt/bông... Bởi vì một trong những nguyên tắc của điều khiển là phải cơ động, linh hoạt để có thể lắp ráp vào với thiên nhiên đang vận động không ngừng, nhằm mục tiêu đạt năng suất cao trên cơ sở tối ưu hoá sản xuất nông nghiệp.

Để điều khiển sự phát triển của sản xuất nông nghiệp cần đề cập đến các nguyên lý hoạt động cụ thể của HSTNN như sau:

- Hoạt động của HSTNN là quá trình vận hành của một hệ thống sống đồng bộ.
- Quá trình phát triển nông nghiệp có thứ tự từ thấp lên cao.
- Cơ cấu nông nghiệp là yếu tố động.
- Hoạt động phát triển nông nghiệp phải dựa vào nền tảng của phát triển nông hộ.

- Tiếp cận hệ thống trong phát triển theo kiểu từ dưới lên.

### ***b) Nội dung của điều khiển***

Nội dung của điều khiển trong sản xuất nông nghiệp gồm 3 vấn đề:

- Điều khiển sinh vật sản xuất.
- Điều khiển môi trường sống.
- Điều khiển hệ sinh thái.

*Điều khiển sinh vật sản xuất:*

+ Điều khiển giống, nói cụ thể hơn là điều khiển các đặc điểm di truyền của giống. Năng suất là kết quả giữa tiềm năng của giống và khả năng thể hiện tiềm năng đó. Tiềm năng cho năng suất của giống mà con người có thể đưa lên cao, nhưng vấp phải mâu thuẫn là: giống có năng suất cao thì lại chống chịu yếu, khi đưa ra sản xuất rất dễ bị bệnh. Các nhà khoa học đang tìm cách đưa đặc tính chống chịu vào các giống có năng suất cao mà không làm giảm năng suất. Đây là một vấn đề cực kỳ khó khăn.

+ Điều khiển phát triển cá thể, như các quá trình tạo bông, tạo hạt và trọng lượng 1000 hạt hoặc là điều khiển để chống bệnh bạc lá ở lúa NN8 trong vụ mùa ...

+ Điều khiển đời sống quần thể của sinh vật sản xuất, tức là điều khiển để tạo một cơ cấu cây trồng thích hợp như vấn đề mật độ, cơ cấu giống, phân bố trong không gian (khoảng cách, hướng lối, độ sâu gieo hạt, độ sâu đất phủ ...).

*Điều khiển các điều kiện sống của sinh vật sản xuất:*

Là nhằm thỏa mãn các nhu cầu của cây về điều kiện khí hậu, điều kiện canh tác bằng các tác nhân như phân bón, nước, đất ... Ví dụ với phân bón ta có thể tác động bằng thành phần, số lượng, bằng số lần tác động, mức độ tác động hoặc chiều sâu tác động ... Với sinh vật cái thừa cũng có hại như cái thiếu. Với sinh vật phù hợp là cái cụ thể, ví dụ lượng đạm bón cho NN8 ở một vùng nào đó là 160 N là tốt nhất, nhưng cho NN22 chỉ 120 N là tốt nhất. Có thể giai đoạn này như thế là thích hợp, sang giai đoạn khác lại là không thích hợp (để nhánh khác trổ bông). Mức độ tác động còn phụ thuộc vào tình trạng sinh trưởng của cây (cây khỏe hay cây yếu). Mặt khác, mức độ hợp lý không chỉ tính riêng cho sinh vật sản xuất mà còn phải tính cho cả hệ sinh thái.

*Điều khiển hệ sinh thái:*

Chúng ta không chỉ chú ý tới sinh vật sản xuất mà còn phải chú ý tới các sinh vật đồng tổ hợp, các sinh vật vệ tinh ... thực chất là điều khiển các mối quan hệ, trước hết là mối quan hệ dinh dưỡng, làm sao để cây trồng cho năng suất cao nhất (ví dụ, trong bảo vệ thực vật, nếu chỉ hiểu là tiêu diệt sâu bệnh không thôi là không đúng mà vấn đề là đảm bảo cho năng suất cây trồng cao. Như NN8 không bón phân thì hầu như không mắc bệnh bạc lá, nhưng không thể không bón phân nếu muốn thu được năng suất cao. Năng suất chính là phần "dư" ra trong chu chuyển vật chất, bởi vậy việc tiêu diệt sâu bệnh có khi lại là có hại vì đã chặt đứt một mắt xích trong chu chuyển vật chất).

### ***c) Các nguyên tắc trong điều khiển***

- Phải có mục tiêu rõ ràng và mục tiêu này không thể thoát ly thực tế;
- Phải biết phân giai đoạn, phải biết tính các bước đi cụ thể trên cơ sở mục tiêu năng suất (khác với phân giai đoạn của sinh vật). Với lúa người ta thường phân ra làm 3 giai đoạn sau: giai đoạn đạt số cây tối đa/đơn vị diện tích; giai đoạn đạt

số bông tối đa/đơn vị diện tích; giai đoạn đạt số hạt và trọng lượng hạt tối ưu/bông hoặc trên đơn vị diện tích.

Trên các cơ sở này người ta quy định mật độ gieo trồng của cây trồng. Chương trình này, dùng các mô hình của quá trình tạo năng suất để tính trước tình trạng của cây trồng phải đạt được để đảm bảo năng suất dự kiến. Trong quá trình sinh trưởng của cây trồng, dựa vào các thông tin thu được, so sánh với chương trình đã tính để quyết định các biện pháp điều chỉnh sinh trưởng của cây trồng. Có thể có chương trình điều chỉnh bằng máy tính. Người ta còn sử dụng các máy quan trắc tự động đặt ngay ở đồng ruộng để thu thập các thông tin về điều kiện sinh trưởng của cây trồng và chuyển về máy tính để xác định biện pháp điều khiển.

### **5.3. Điều khiển thành phần sinh vật hệ sinh thái đồng ruộng**

Sinh vật là thành phần biến động nhất của các hệ sinh thái, do đây con người có khả năng điều khiển lớn nhất, thậm chí có thể thay đổi gần như hoàn toàn thành phần ấy. Chẳng hạn chặt hạ một khu rừng để cày và trồng trọt bất cứ một loại cây trồng gì. Thông qua việc điều khiển thành phần sống của hệ sinh thái, chúng ta có thể sử dụng một cách hợp lý nhất các nguồn lợi tự nhiên của hệ sinh thái như khí hậu, đất. Bản thân các vật sống trong hệ sinh thái cũng là nguồn lợi tự nhiên, nhưng khác các thành phần khác ở chỗ có thể thay đổi chúng một cách cơ bản.

Nội dung của việc điều khiển thành phần sinh vật trong hệ sinh thái rất phong phú. Sau đây là một số nội dung chủ yếu:

- Phân vùng sinh thái cây trồng.
- Bố trí hệ thống cây trồng.
- Điều khiển di truyền.
- Đấu tranh sinh học phòng chống sâu bệnh.

#### **a) Phân vùng sinh thái cây trồng**

Ở các phần trên, khi phân tích các thành phần của hệ sinh thái ta đã nói đến việc đánh giá nguồn lợi khí hậu, đất đai, phân loại cây trồng theo đặc điểm sinh thái. Thực chất các công việc này có liên quan với nhau rất chặt chẽ vì khí hậu, đất và cây trồng là 3 thành phần chủ yếu của hệ sinh thái. Để đánh giá khí hậu và đất đều phải dùng năng suất cây trồng làm chỉ tiêu. Mục đích của việc đánh giá này là để chọn các cây trồng thích hợp nhất với các vùng khí hậu và đất đai khác nhau.

FAO (1970) đã tiến hành một dự án "Vùng sinh thái nông nghiệp" nhằm nghiên cứu khả năng thích hợp của đất để đánh giá tiềm năng nông nghiệp của nguồn lợi đất thế giới. Nội dung của dự án này gồm các phần chính sau:

- Kiểm kê nguồn lợi khí hậu.
- Kiểm kê nguồn lợi thổ nhưỡng.
- Đánh giá khả năng thích hợp của đất đối với các loại cây trồng.

Thực chất của công việc này là phân vùng sinh thái cây trồng hay nói cách khác là đánh giá năng suất của các hệ sinh thái.

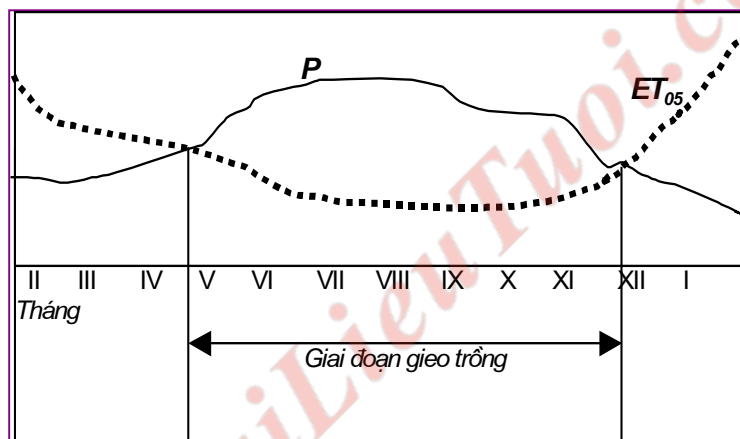
Phương pháp tiến hành gồm các bước sau:

i) *Xác định sự thích ứng sinh thái của cây trồng*: Nghĩa là xác định yêu cầu của các loại cây trồng đối với các điều kiện khí hậu và đất. Vấn đề này đã có bàn đến ở phần phân loại sinh thái cây trồng. Để đánh giá cây trồng về mặt số lượng, cần có các mô hình để tính năng suất tiềm năng theo các yếu tố khí hậu. Có nhiều phương

pháp khác nhau để tính năng suất tiềm năng của cây trồng theo các yếu tố bức xạ, nhiệt độ, độ ẩm.

ii) *Kiểm kê khí hậu là việc tiến hành phân vùng khí hậu nông nghiệp*: Chúng ta không những phải kiểm kê các nguồn lợi khí hậu như các chế độ bức xạ, nhiệt, ẩm độ mà còn phải kiểm kê tất cả các trở ngại về mặt khí hậu có thể làm giảm năng suất cây trồng như hạn, úng, nóng, lạnh và các trở ngại chịu ảnh hưởng lớn của khí hậu như sâu bệnh.

Phương pháp của FAO, tính toán sự thích ứng của cây trồng với điều kiện không tưới nước đã dùng tỷ lệ giữa lượng mưa trên lượng bốc thoát nước tiềm năng



để tìm thời gian cây trồng có thể sinh trưởng được. Lượng mưa (P) lớn hơn lượng bốc thoát nước (ET<sub>05</sub>) là cây mọc được<sup>1</sup>, sau đấy căn cứ vào chế độ nhiệt trong thời gian cây sinh trưởng và yêu cầu của cây với nhiệt độ để bố trí cây trồng. Phương pháp này không áp dụng được với điều kiện trồng nhiều vụ một năm và có tưới.

**Hình 44. Xác định giai đoạn**

**gieo trồng dựa vào lượng mưa và lượng nước bốc hơi**

iii) *Kiểm kê đất (thổ nhưỡng)* dựa vào bản đồ đất để chia đất ra làm các đơn vị bản đồ: Các chỉ tiêu dùng để phân chia loại đất là thành phần cơ giới (nhẹ, vừa và nặng), độ dốc (0-8%, 8-30%, và trên 30%) và một số đặc trưng khác. Các đơn vị bản đồ này được phân chia ra theo các điều kiện khí hậu khác nhau và được tính diện tích.

iiii: *Phối hợp cây trồng với khí hậu và đất*: Trước tiên, năng suất các loại cây trồng được tính căn cứ vào các yếu tố khí hậu theo các mô hình. Trong mô hình của FAO, năng suất tiềm năng được tính căn cứ vào quá trình quang hợp và hô hấp. Các quá trình này phụ thuộc vào lượng bức xạ, nhiệt độ và sự kéo dài của thời gian sinh trưởng. Sau khi tính năng suất tiềm năng, dựa vào các khó khăn về khí hậu và đất đai để đánh giá khả năng thích ứng của cây trồng ở các đơn vị bản đồ khác nhau, các mức thích hợp quy định như sau:

- Rất thích hợp: trên 80% của năng suất tiềm năng.
- Thích hợp: 40 - 80 % của năng suất tiềm năng.
- Thích hợp có hạn: 20 - 40 % của năng suất tiềm năng.
- Không thích hợp: dưới 20% của năng suất tiềm năng.

Việc đánh giá khả năng thích hợp của đất trong điều kiện có tưới và trồng nhiều vụ một năm cần được xác định thêm cho hoàn chỉnh hơn.

<sup>1</sup> Trong thực tế tính toán, người ta còn đề cập tới khả năng giữ nước của đất. Vì vậy thời gian gieo trồng có thể được kéo dài hơn so với thời gian chỉ xác định cho riêng P và ET<sub>05</sub> nếu đất trong khu vực nghiên cứu có khả năng giữ nước tốt.



### **b)                      *Bố trí hệ thống cây trồng hợp lý***

Trong phân vùng sinh thái, chúng ta nghiên cứu bố trí từng loại cây trồng thích hợp với điều kiện tốt nhất của chúng. Trong thực tế, hệ sinh thái nông nghiệp không phải chỉ có một loại cây trồng mà là cả một hệ thống cây trồng bố trí theo không gian và thời gian.

Khái niệm một hệ thống cây trồng là một khái niệm mới nên có thể hiểu theo nhiều cách khác nhau. Theo chúng tôi, hệ thống cây trồng (hay cơ cấu cây trồng) là thành phần các giống và loài cây được bố trí theo không gian và thời gian trong một hệ sinh thái nông nghiệp (cơ sở hay vùng sản xuất) nhằm tận dụng hợp lý nhất các nguồn lợi tự nhiên, kinh tế và xã hội của nó.

Khái niệm này hơi khác với khái niệm hệ thống trồng trọt (*cropping systems*) từ việc bố trí cây trồng theo thời gian, không gian cho đến các biện pháp kỹ thuật (Zandstra, 1977). Khái niệm hệ thống cây trồng cũng khác khái niệm hệ thống canh tác. Khái niệm hệ thống canh tác, bao gồm tổng hợp các biện pháp kỹ thuật cải tạo đất và tổ chức các biện pháp này có quan hệ lẫn nhau, đặc trưng cho mức độ sử dụng đất, phục hồi và nâng cao độ màu mỡ của đất, tạo các điều kiện thuận lợi trên mặt đất cho ruộng cây trồng (Nartsissov, 1976).

*Các yêu cầu về mặt tự nhiên của hệ thống cây trồng:*

- Lợi dụng tốt nhất các điều kiện khí hậu và tránh được tác hại của thiên tai;
- Lợi dụng tốt nhất các điều kiện đất và tránh được tác hại xấu của đất;
- Lợi dụng tốt nhất các đặc tính sinh học của cây trồng và tránh được tác hại của sâu, bệnh và cỏ dại.

*Các yêu cầu về mặt kinh tế:*

- Bảo đảm sản lượng cao và tỷ lệ hàng hoá cao;
- Bảo đảm phát triển chăn nuôi và các ngành sản xuất hỗ trợ;
- Bảo đảm đầu tư lao động và vật tư có hiệu quả kinh tế cao.

Bố trí hệ thống cây trồng hợp lý là một biện pháp kỹ thuật tổng hợp nhằm sắp xếp lại sự hoạt động của hệ sinh thái. Ở điều kiện nhiệt đới và nửa nhiệt đới do có nguồn lợi bức xạ, nhiệt, và ẩm độ dồi dào, có thể trồng trọt quanh năm. Với những vùng này, trong hệ thống cây trồng phải bố trí các công thức trồng trọt (*cropping patterns*) từng năm hay hai năm một mà không phải các công thức luân canh nhiều năm như ở các nước ôn đới.

Muốn có một hệ thống sử dụng hợp lý các điều kiện tự nhiên của một vùng sinh thái, việc phân vùng sinh thái phải phát triển đến mức lựa chọn được các hệ thống cây trồng thích hợp cho từng vùng sinh thái khác nhau. Việc bố trí hệ thống cây trồng hiện nay chủ yếu được tiến hành bằng phương pháp thực nghiệm, so sánh các công thức trồng trọt khác nhau để chọn các công thức cho tổng sản lượng cao nhất, có hiệu quả kinh tế cao nhất, ít gây tổn hại cho môi trường nhất.

Dưới đây, chúng tôi cố gắng tổng kết một số nguyên tắc có thể áp dụng trong việc xác định hệ thống cây trồng hợp lý cho các vùng sinh thái khác nhau:

*Hệ thống cây trồng phải sử dụng tốt nhất nguồn lợi nhiệt:* Nguồn lợi nhiệt được biểu hiện bằng tổng số nhiệt độ. Các loại cây trồng, tùy phản ứng với nhiệt độ và thời gian sinh trưởng mà yêu cầu tổng số nhiệt lượng nhất định. Có thể dùng tổng số nhiệt độ này để sắp xếp các công thức cây trồng của từng vùng.

*Hệ thống cây trồng phải sử dụng tốt nhất nguồn lợi bức xạ:* Nói chung sự phân bố bức xạ quanh năm không đều nhau. Cây trồng thường có năng suất tương quan với lượng bức xạ vào thời kỳ cuối của sinh trưởng. Với lý do trên đây, cần bố trí thế nào để cây trồng có tiềm năng năng suất cao ở thời điểm ra hoa và chín vào lúc có nguồn lợi bức xạ cao nhất.

*Hệ thống cây trồng phải sử dụng tốt nhất nguồn lợi nước:* Trong điều kiện không tưới, khả năng sinh trưởng của cây trồng phụ thuộc vào thời gian mưa. Mùa mưa thường chia ra các thời kỳ sau:

- Thời kỳ ẩm trước mùa mưa, lúc độ ẩm trong đất đạt yêu cầu để hạt giống có thể nảy mầm (gieo được);
- Thời kỳ ẩm ướt, lúc mặt đất no nước. Trong thời kỳ này nếu lượng mưa cao quá, có thể gây úng;
- Thời kỳ ẩm sau mùa mưa, cây trồng vẫn có thể sử dụng được trong một thời gian.

Trong điều kiện có tưới, tùy theo nguồn nước có thể tưới được quanh năm hay chỉ một thời gian nào đấy mà bố trí hệ thống cây trồng. Chủ động tưới nước có thể mở rộng khả năng bố trí hệ thống cây trồng.

*Hệ thống cây trồng phải thích hợp với điều kiện đất và sử dụng tốt nhất điều kiện đất:* ở ruộng lúa có đất cao, đất vằn, đất trũng, có các công thức cây trồng khác nhau. Ở đất đồi núi có độ dốc, tầng đất mặt dày mỏng khác nhau đòi hỏi phải bố trí các loại cây trồng khác nhau.

*Hệ thống cây trồng phải tránh được thiệt hại do các điều kiện khó khăn về khí hậu, đất đai như bão, lụt, hạn, nóng, lạnh, sâu bệnh gây ra.* Chọn được các giống cây trồng chịu được các điều kiện khó khăn kể trên là tốt nhất.

*Hệ thống cây trồng phải bồi dưỡng được độ màu mỡ của đất, tránh làm kiệt quệ, gây xói mòn hay thoái hoá đất.* Biện pháp chủ yếu làm tăng độ màu mỡ của đất là trồng cây họ đậu, cây phân xanh để tăng lượng đạm sinh học. Sản xuất cây thức ăn gia súc để phát triển chăn nuôi tăng phân hữu cơ, chống xói mòn và rửa trôi.

*Hệ thống cây trồng phải bảo đảm việc sử dụng lao động hợp lý:* Trong điều kiện cơ giới hoá còn chưa phát triển, cần rải vụ để kéo dài thời gian gieo trồng và thu hoạch để tránh các thời gian căng thẳng về lao động.

Trên đây là một số nguyên tắc chính cần được chú ý trong việc bố trí hệ thống cây trồng.

Hiện nay chưa có các mô hình toán học đầy đủ để nghiên cứu các phương án tốt nhất trong việc bố trí hệ thống cây trồng. Có thể áp dụng phương pháp chương trình tuyến tính (vận trù học) để mô hình hoá giống như mô hình hoá việc chuyên môn hoá và phối hợp các ngành trong kinh tế nông nghiệp.

### **c) Điều khiển di truyền hệ sinh thái cây trồng**

Các nhà sinh thái học cho rằng trong một hệ sinh thái, số loại càng nhiều thì sự ổn định của hệ sinh thái càng cao. Ngoài ra, có mối tương quan nghịch giữa sự phong phú và năng suất. Do đó, việc điều khiển hệ sinh thái, chúng ta có hai mục tiêu trái ngược nhau là năng suất cao và sự ổn định.

Các hệ sinh thái nông nghiệp thường không phong phú về loài cây trồng, do vậy có tính ổn định thấp. Tuy vậy không phải là các hệ sinh thái nông nghiệp lúc nào cũng không ổn định. Sự ổn định của hệ sinh thái nông nghiệp có thể giữ được bằng

hai cách: tác động của con người qua các biện pháp kỹ thuật canh tác và sự phong phú trong loài.

Sự phong phú (*diversity*) trong loài là thành phần các giống cây trồng trong cùng một loài được gieo trồng trên một hệ sinh thái hay nói theo di truyền học là sự phong phú về kiểu di truyền (*genotypes*) hay về gen.

Sự phong phú các loài cây trồng là kết quả quá trình tiến hoá lâu dài do sự thích ứng của cây đối với điều kiện ngoại cảnh. Sự phong phú về di truyền giữ một vai trò quan trọng trong việc tạo sự ổn định của hệ sinh thái.

Trong nông nghiệp cổ truyền, lúc nông dân còn dùng các giống địa phương, sự phong phú về di truyền của các hệ sinh thái nông nghiệp được bảo đảm vì mỗi vùng sản xuất có rất nhiều giống địa phương. Bản thân mỗi giống địa phương là một giống-quần thể, không thuần nhất về di truyền, có rất nhiều kiểu di truyền khác nhau nhưng kiểu hình tương đối giống nhau. Sau đây, công tác chọn giống được phát triển trên cơ sở khoa học. Các giống năng suất cao dần dần thay thế các giống địa phương. Các giống cây này thuần nhất về mặt di truyền và thường chiếm diện tích rất rộng, có lúc là độc nhất trong các hệ sinh thái. Các giống năng suất cao được tạo ra ngày càng nhiều. Các giống này thường được lai từ các giống năng suất cao khác, nên về mặt di truyền, chúng có họ hàng rất gần. So sánh 15 giống lúa IR do viện Nghiên cứu lúa quốc tế tạo ra trước 1979, từ IR5 đến IR42, ta thấy tất cả các giống này đều có gốc chung từ một giống mẹ Cina (là giống mẹ của giống Peta). Cina là một giống Trung quốc nhập vào Indonesia từ lâu. Tất cả các giống IR từ IR5 đều có gen lùn của giống Đề cửốc ô tiêm. Do vậy, các giống này tương đối đồng nhất về mặt di truyền (Hargrove, 1979).

Sự đồng nhất về mặt di truyền của các giống năng suất cao là một mối lo của các nhà nông học. Trong quá khứ ta đã thấy có những nạn dịch lớn về bệnh cây trồng do sự nghèo nàn về thành phần di truyền của giống gây ra.

Ví dụ, cuối các năm 1840, dịch mốc sương khoai tây ở Ailen xảy ra do trồng chủ yếu chỉ một giống khoai tây; dịch gỉ sắt cà phê ở Srilanka vào cuối các năm 1870; dịch bệnh panama của chuối ở vùng Caribe, dịch gỉ sắt lúa mì ở Mỹ vào năm 1916; dịch bộ rầy nâu gần đây ở gần nước Đông Nam Á (Philippin, Indonesia, Việt Nam) mà các giống lúa IR là một trong những điều kiện thuận lợi do những giống này quá đồng nhất về di truyền. Dịch đốm lá nhỏ của ngô ở Mỹ năm 1970 xảy ra do việc đưa gen bất dục đực tế bào chất kiểu Texas vào các giống ngô để giảm công bẻ cờ lúc sản xuất hạt giống ngô lai. Các giống ngô lai này đã đồng nhất về tế bào chất. Hiện nay người ta đang sợ giống lúa IR đồng nhất về tế bào chất của giống Cina, điều đó có thể gây ra cho chúng ta các điều bất ngờ mới.

Việc bố trí các giống cây trồng trong hệ sinh thái cần tránh quan niệm đơn giản, chỉ chú ý các giống năng suất cao, chịu sâu bệnh, mà cần chú ý đến cả thành phần gen của giống để có một hệ sinh thái phong phú về di truyền. Điều này có thể gây khó khăn cho công tác nhân giống, nhưng cần thiết sự bảo đảm sự ổn định của hệ sinh thái.

Đối với các cây thụ phấn chéo như ngô, gần đây có khuynh hướng dùng rất nhiều giống có nguồn gốc di truyền xa nhau để tạo thành một hỗn hợp. Từ đây, chọn ra các giống tổng hợp (*Synthetics*) hay hỗn hợp (*composites*). Giống ngô hỗn hợp không những có thể dùng trực tiếp trong sản xuất ở các nước có trình độ kỹ thuật thấp chưa đủ trình độ dùng các giống ngô lai (*hybrids*) mà còn dùng để cải tạo các giống tự phối nhằm nâng cao năng suất của ngô lai.