

2.3. Nội dung của tối ưu hoá sản xuất nông nghiệp

Con người là thành viên quan trọng bậc nhất của hệ sinh thái nông nghiệp. Trong sự phát triển của hệ sinh thái, con người giữ vai trò chủ động; trong nhiều khả năng phát triển của hệ sinh thái, con người có thể lựa chọn con đường duy nhất đúng phù hợp với lợi ích của mình. Với trí tuệ của mình, con người có thể điều khiển hệ sinh thái của mình theo hướng có lợi nhất cho con người. Hệ sinh thái như thế nào thì con người là vậy. Trong sản xuất nông nghiệp, con người không chỉ giới hạn mục tiêu của mình trong việc tạo ra những sản phẩm có ích cho con người ở giai đoạn trước mắt mà còn nghĩ đến lợi ích của nhiều thế hệ kế tiếp về sau:

- Thoả mãn nhu cầu ngày càng tăng của con người về sản phẩm nông nghiệp, có nghĩa là đạt được năng suất cây trồng - vật nuôi cao, sản lượng nông nghiệp cao, phẩm chất nông sản tốt với mức đầu tư vật chất ít, đạt hiệu quả kinh tế cao;
- Thoả mãn nhu cầu này nhưng không làm ảnh hưởng đến các nhu cầu khác của con người;
- Thoả mãn nhu cầu hiện tại nhưng không làm phương hại đến các nhu cầu tương lai;
- Con người vẫn sống hài hoà với thiên nhiên, con người là một bộ phận tích cực của thiên nhiên.

3. MÔ HÌNH HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

3.1. Khái niệm

Mô hình hoặc hình mẫu theo nghĩa rộng thường là một cái mẫu hay một mô hình của một vật thể để làm theo.

Trong điều khiển học, mô hình là sự trừu tượng hoá hay đơn giản hoá hệ thống. Thực tế hệ thống rất phức tạp, mô hình đơn giản hơn hệ thống, tuy vậy mô hình phải có thuộc tính chức năng quan trọng của hệ thống nhưng không nhất thiết phải có tất cả các thuộc tính của hệ thống. Nói cách khác, mô hình là phương tiện để tách ra từ hệ thống hoạt động khách quan nào đấy các mối liên hệ và quan hệ có quy luật, có trong thực tế cần nghiên cứu. Trong mô hình không cần phải phản ánh tất cả các đặc điểm của hệ thống mà chỉ cần phản ánh được các mối quan hệ giữa các yếu tố của hệ thống. Đó là sự trừu tượng hoá hệ thống.

Mô hình là một công cụ nghiên cứu khoa học, khác với khuynh hướng giảm phân trong khoa học là cô lập và phân tích các thành phần nhỏ của sự vật để nghiên cứu chúng; phương pháp mô hình hoá là nghiên cứu hệ thống như một tổng thể. Mô hình giúp cho các nhà khoa học hiểu biết, đánh giá và tối ưu hoá hệ thống.

Hiểu được hành vi ở từng bộ phận của hệ thống thì có thể phối hợp các bộ phận ấy trong một mô hình phức tạp hơn. Làm như vậy ta thấy được các đặc tính mới, nghĩa là thông tin về hành vi của hệ thống, nhưng không thấy được hành vi của các bộ phận. Từ đây có thể xây dựng được các giả thuyết mới. Nhờ có mô hình, ta có thể kiểm tra lại sự đúng đắn của các số liệu quan sát và các giả định rút ra từ các số liệu ấy. Mô hình không phải là vạn năng nhưng là một công cụ cần thiết cho các nhà khoa học. Mô hình giúp chúng ta hiểu sâu hơn các hệ thống phức tạp.

Mô hình còn giúp chúng ta dự báo, nghĩa là nghiên cứu hệ thống phức tạp trong các điều kiện mà chúng ta chưa thể quan sát hay tạo ra được, hoặc không thể quan

sát được trong thế giới thực tại. Tiến hành một thí nghiệm quy mô rộng với một hệ thống tự nhiên rất tốn tiền đòi hỏi thời gian dài, mô hình dự báo sẽ giúp chúng ta giải quyết khó khăn này. Mô hình dự báo còn được dùng để đánh giá tác động của các biện pháp trong việc quản lý nguồn lợi tự nhiên.

Mục đích khác nữa của mô hình là giúp ta chọn quyết định tốt nhất về quản lý hệ thống, giúp chọn phương án tốt nhất để điều khiển hệ thống. Thực ra giữa đánh giá và tối ưu hoá sự khác nhau không rõ lắm.

Có hai loại mô hình sinh thái: mô hình phân tích và mô hình mô phỏng. Cả hai loại mô hình đều nhằm tìm hiểu và dự báo các hệ sinh thái, song mỗi loại dùng các công cụ toán khác nhau: mô hình phân tích thường dùng các công cụ toán phức tạp, mô hình mô phỏng thường dùng các công cụ toán đơn giản hơn.

Mô hình phân tích mô tả các quá trình trong hệ sinh thái bằng các phương trình toán học mà ta đã biết hành vi của chúng. Mô hình phân tích được dùng trong một số vấn đề sinh thái như quá trình tạo năng suất, sự phát triển của quần thể. Để nghiên cứu toàn bộ hệ sinh thái, các mô hình này ít tác dụng. Các phương pháp phân tích chỉ có ích trong một số điều kiện nhất định như khi các phương trình mô tả các quá trình sống là tuyến tính hay khi có một số ít phương trình được giải cùng một lúc. Chúng chỉ đúng khi mô tả các quá trình xảy ra liên tục. Mô hình của hệ sinh thái thường bao gồm hàng chục đến hàng trăm phương trình đồng thời và chúng là tuyến tính cũng như không tuyến tính.

Trong mô hình phân tích thường phải đơn giản hoá các quá trình được mô hình hoá. Ví dụ, lúc xây dựng mô hình của quần thể phải giả thiết rằng tốc độ tăng trưởng của quần thể là không thay đổi. Trong thực tế, tốc độ tăng trưởng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố của bản thân quần thể và ngoại cảnh.

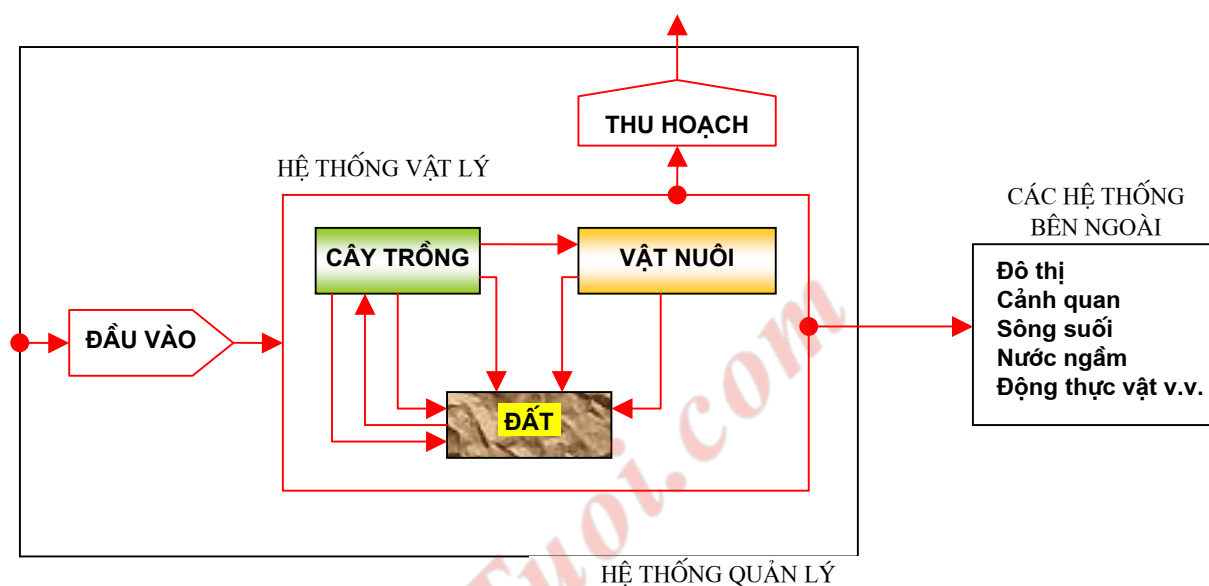
Mô hình mô phỏng không có các lời giải chính xác cho một mô hình như phương trình phân tích và từ đây sẽ có một số sai lệch do bản chất không chính xác của cách giải. Mô hình mô phỏng có lợi ở chỗ có thể giải nhiều phương trình gần như cùng một lúc và có thể đưa vào đây tất cả các kiểu không tuyến tính khác nhau.

Mô hình mô phỏng thường dùng các thuật toán đơn giản nhưng có xu hướng phù hợp với số liệu quan sát.

3.2. Cách xây dựng mô hình

Trong quá trình xây dựng mô hình thường phải qua các bước sau:

- a) *Mô hình quan niệm*, trước khi xây dựng mô hình, người nghiên cứu phải suy nghĩ xem mô hình của mình sẽ như thế nào. Bằng cách suy luận hay dựa vào thực nghiệm phải xác định các thành phần, quan hệ giữa chúng và cơ chế hoạt động của hệ thống.
- b) *Mô hình sơ đồ*, vẽ một sơ đồ trên giấy gồm các hộp và mũi tên. Hộp còn gọi là ngăn, đại diện cho các thành phần của hệ thống. Mỗi ngăn có số vào (input) và số ra (output). Số vào gọi là biến điều khiển hay biến mức độ. Nội dung của hộp gọi là biến trạng thái. Mũi tên đại diện cho sự vận động của dòng năng lượng hay vật chất.



Hình 11. Mô hình sơ đồ về HSTNN

(Nguồn : Herman Huizing, 1990)

c) *Mô hình toán*, các mô hình phân tích cũng như mô phỏng dựa vào mối quan hệ giữa các biến điều khiển và các biến trạng thái, giữa các biến trạng thái với nhau.

Quyết định các hàm số và các biến trạng thái quan trọng cần đưa vào mô hình, phải xác định:

- Các trị số đầu tiên của các biến trạng thái;
- Các biến điều khiển sẽ thay đổi biến trạng thái;
- Các quan hệ hàm số giữa các biến trạng thái.

Hàm số dùng trong các mô hình là các hàm số đại số thông thường. Kỹ thuật để tính các hàm số này là hồi quy thường dùng trong thống kê. Phương pháp để tính các thông số của hàm số là bình phương nhỏ nhất có trong tất cả các giáo trình thống kê.

Muốn xác định mối quan hệ giữa các biến trạng thái ta thường dùng phương pháp hệ số tương quan. Kỹ thuật tương quan giúp ta quyết định được các quá trình nào tiến hành cùng nhau và do vậy có mối quan hệ trực tiếp hay gián tiếp. Hai biến tương quan cao có thể có mối liên hệ số lượng bằng hồi quy.

Trường hợp có nhiều biến ảnh hưởng đến một quá trình có thể dùng kỹ thuật phân tích thống kê nhiều chiều để nghiên cứu mối quan hệ giữa các biến. Các phương pháp thường dùng phổ biến là phân tích thành phần chính (*principal component analysis*), phân tích nhân tố (*factor analysis*), phân tích hồi quy từng bước (*stepwise regression analysis*). Nhờ các phương pháp này, chúng ta có thể loại bớt một số biến không quan trọng để cho mô hình được đơn giản và gọn.

Đối với các mô hình phân tích thường phân biệt hai loại mô hình:

- *Mô hình một mức* là các mô hình tĩnh, không kể đến yếu tố thời gian. Loại này, chẳng hạn là mô hình về ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng đến năng suất;

- *Mô hình nhiều mức*, thường là các mô hình động, gồm cả hệ thống biến trạng thái và hệ thống hàm số biểu hiện mối quan hệ giữa các biến trạng thái. Ví dụ như mô hình quá trình quang hợp của quần thể.

Mô hình động áp dụng với hệ sinh thái là một vấn đề còn tương đối mới. Hiện nay có nhiều kiểu mô hình khác nhau đã được đề nghị, quá trình tìm tòi và giải quyết vấn đề này đang được tiếp tục.

d) *Mô hình máy tính*

Ngày nay với sự phát triển của công nghệ thông tin cho phép chúng ta xây dựng được các mô hình sinh thái bằng những chương trình máy tính chuyên dụng có ý nghĩa thực tiễn rất cao. Hầu như tất cả các loại mô hình đều có thể xây dựng theo các chương trình máy tính nhất định. Các loại máy tính mới có thể tính toán hàng triệu phép tính trong một giây, vì vậy lợi ích của các mô hình này là giúp quá trình tính toán một cách nhanh chóng và chạy các chương trình thử nghiệm một cách an toàn và rẻ tiền.

Vì đặc tính của hệ sinh thái là một hệ thống sống nên đáp số cho các mô hình thông thường có nhiều lời giải. Khi lập được các chương trình để chạy mô hình toán, đặc biệt là các mô hình có sử dụng các tập hợp mờ, các hàm phức tạp thì có thể mô phỏng rất thực tế các hệ sinh thái ngoài tự nhiên.

Một số ứng dụng cơ bản trong sinh thái học ngày nay được các cơ quan nghiên cứu xây dựng sẵn các chương trình cho người sử dụng. Vì vậy, chúng ta chỉ cần nhập các dữ liệu dưới dạng biến đầu vào, sau đó đưa ra câu lệnh để máy tính tự tính toán đầu ra. Ví dụ cụ thể như chương trình tính toán thời vụ gieo trồng của FAO dựa vào lượng mưa và sự bốc hơi nước. Ví dụ khác là chương trình phân vùng sinh thái nông nghiệp (cũng của tổ chức FAO). Nguyên lý cơ bản của chương trình này là phân chia các khu vực sản xuất nông nghiệp thành các hệ sinh thái đặc trưng dựa vào các điều kiện tự nhiên như bức xạ mặt trời, đặc điểm nông hóa, chế độ nước, v.v...

Gần đây, các ứng dụng của viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) vào nghiên cứu sinh thái học được đề cập đến rất nhiều. Đây cũng là một loại mô hình máy tính đặc trưng. Với các chương trình phần mềm sẵn có như ArcView, ILWIS, v.v... các nhà sinh thái học có thể mô hình hóa một cách dễ dàng các quá trình phức tạp ngoài tự nhiên, chẳng hạn như dự đoán biến động của đa dạng sinh học trong hệ sinh thái rừng. Thông qua mô hình toán học về mối tương quan giữa sinh khối thực vật và các nhóm động vật, giữa thực vật và các điều kiện khí tượng, thổ nhưỡng, v.v... để từ đó chúng ta có tạo một mô hình phân tính hoặc dự đoán bằng cách tạo liên kết toán học giữa các lớp thông tin với nhau.

Bước cuối cùng của việc xây dựng là xác định xem mô hình có tượng trưng cho thế giới thực tại không. Có mấy cách để làm công việc này. Trước hết là mô phỏng và so sánh, lấy số liệu thực cho vào tính và xem xét kết quả có giống kết quả thực tế không. Kết quả không đúng với thực tế, chưa chắc mô hình đã sai mà có thể do số liệu chưa đầy đủ.

3.3. Mô hình của quá trình tạo năng suất cây trồng

Để điều khiển quá trình tạo năng suất của cây trồng, người ta sử dụng rộng rãi phương pháp mô hình hoá. Có rất nhiều mô hình hoá của quá trình tạo năng suất cây trồng, sau đây là một số mô hình chủ yếu.

Mô hình thống kê đơn giản

Loại mô hình này là phương trình hồi quy của năng suất với một hay vài yếu tố tương quan chặt với năng suất nhất. Các yếu tố này có thể là khí tượng, chất dinh dưỡng hay phân bón, biện pháp canh tác (như mật độ trồng). Các mô hình này không chú ý đến quá trình tạo năng suất mà chỉ dựa trên kết quả của tính toán thống kê. Phương trình được chọn để biểu diễn quá trình trên được tính bằng phương pháp thực nghiệm. Các phương pháp biểu hiện mối quan hệ này thường gọi là hàm sản xuất, có thể có nhiều dạng khác nhau.

Hướng sử dụng hồi quy bội để nghiên cứu quan hệ giữa năng suất và các yếu tố khí tượng do nhà thống kê người Anh Fisher (1925) và nhà khí tượng học Liên Xô V.M.Obukhốp (1949) mở đầu. Đến nay đã có rất nhiều phương trình được đề nghị để dự báo năng suất của hầu hết các loại cây trồng.

Về quan hệ giữa năng suất và phân bón, việc sử dụng hàm sản xuất để tính rất phổ biến. Barker (1977), tính phản ứng của các loại lúa khác nhau với lượng phân bón theo dạng phương trình:

$$y = a + bF - gF^2$$

Trong đó:

y - năng suất lúa (kg/ha);

F - lượng phân bón (kg chất dinh dưỡng/ha);

a - năng suất lúc không bón phân;

b - chỉ số phản ứng với phân bón;

g - khả năng chịu các lượng phân rất cao.

Các loại lúa	a	b	g
Giống mới, có tưới :	2200	18	0,09
Giống mới, không tưới :	1400	15	0,11
Giống cũ, có tưới :	2000	11	0,13
Giống cũ, không tưới :	1400	9	0,16

Quan hệ giữa năng suất và mật độ trồng cũng được tính kĩ bằng các phương pháp hồi quy. Đối với mỗi loại cây trồng khác nhau, có các phương trình hồi quy khác nhau.

Mô hình thống kê dựa vào kiến thức sinh lý

Gần đây các công trình nghiên cứu về sinh lý cây trồng đã giúp ta hiểu biết kỹ hơn quá trình tạo năng suất của cây trồng. Do vậy, có thể xây dựng một kiểu mô hình không chỉ biểu diễn ảnh hưởng trực tiếp các yếu tố ngoại cảnh đến năng suất mà còn thông qua một số yếu tố sinh lý của cây trồng. Ví dụ sau đây biểu hiện điều đó.

Đào Thế Tuấn (1975) trên cơ sở tổng kết thí nghiệm 3 năm gieo cấy các thời vụ khác nhau, đã đề xuất mô hình tính năng suất thông qua quá trình tạo năng suất gồm 3 bước.

a) Tạo diện tích lá:

$$\frac{1}{L} = a + \frac{b}{N}$$

Trong đó:

L - thời gian diện tích lá (m^2 .ngày);

N - lượng đạm bón (kg/ha);

a,b - hệ số phụ thuộc vào lượng bức xạ cả vụ xuân và nhiệt độ bình quân cả vụ mùa;

b) Quang hợp:

$$W = L.E$$

Trong đó:

W - năng suất chất khô (g/m^2);

E - hiệu suất quang hợp thuần (g/m^2 .ngày) phụ thuộc vào tổng số nhiệt độ cả vụ xuân và nhiệt độ bình quân cả vụ mùa.

c) Phân phối sản phẩm quang hợp:

$$Y = W.K$$

Trong đó:

Y - năng suất hạt (g/m^2);

K - hệ số kinh tế, phụ thuộc vào lượng bức xạ sau trổ của vụ xuân và tổng số nhiệt độ sau trổ của vụ mùa.

Đào Thế Tuấn (1980) cũng đã dựa vào kết quả phân tích 276 ruộng lúa trong 12 năm, đề xuất một kiểu mô hình khác có tính đến yếu tố năng suất:

$$Y = \text{Bông}/m^2 \times \text{Trọng lượng bông}$$

Trong đó:

- $\text{Bông}/m^2 = 28,417 + 0,0089 \cdot (\text{chất khô trước trổ}) - 0,121 \cdot (\text{thời gian diện tích lá trước trổ}) + 0,769 \cdot (\text{nhánh}/m^2)$
 - $\text{Chất khô trước trổ} = f(\text{khóm}/m^2)$;
 - $\text{Thời gian diện tích lá trước trổ} = f(\text{lượng đạm bón})$;
 - $\text{Nhánh}/m^2 = f(\text{khóm}/m^2)$;
 - $\text{Trọng lượng bông} = 0,182 - 0,000151 \cdot (\text{chất khô sau trổ}) - 0,000446 \cdot (\text{thời gian diện tích lá sau trổ}) + 0,25599 \cdot (\text{hạt}/\text{bông})$;
 - $\text{Chất khô sau trổ} = f(\text{tổng số nhiệt độ cả vụ})$;
 - $\text{Thời gian diện tích lá sau trổ} = f(\text{lượng đạm bón})$;
 - $\text{Hạt}/\text{bông} = f(\text{lượng bức xạ sau trổ})$;
- f : hàm số.

Các loại mô hình trên đây tương đối đơn giản và chính xác, có thể dùng để dự đoán năng suất cây trồng.

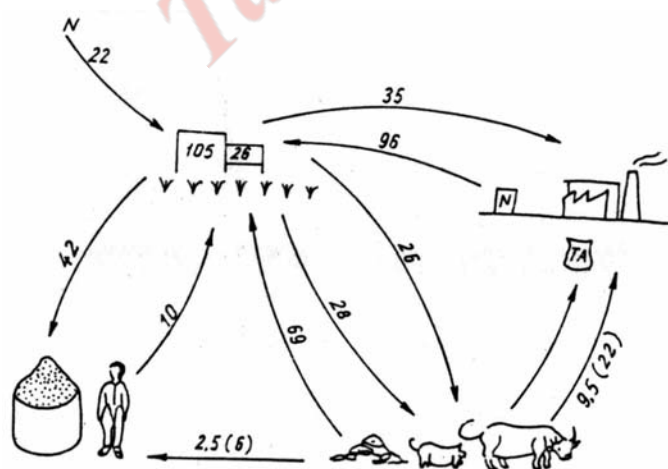
Mô hình động của quá trình tạo năng suất

Hiện nay rất nhiều người đã nghiên cứu các mô hình khác nhau, dùng cho quá trình tạo năng suất của ruộng cây trồng. Phần nhiều là các mô hình động, mô hình toán học hoặc mô hình máy tính. Ở đây, chúng tôi chỉ có thể trình bày sơ lược về nguyên tắc xây dựng các mô hình loại này.

Tạo năng suất cây trồng gồm 3 quá trình sinh lý cơ bản: quang hợp, hô hấp và sinh trưởng. Trong mô hình của quá trình tạo năng suất, có các mô hình phụ mô tả 3 quá trình sinh lý nói trên. Mô hình của quá trình tạo năng suất gồm các khối sau:

- Khí tượng và đất, gồm việc xác định diện tích lá theo tầng, lượng lá, cấu trúc hình học của quần thể cây trồng và tác động của các điều kiện ngoại cảnh như bức xạ, nhiệt độ, độ ẩm, gió, thức ăn ...
- Sinh lý, gồm các quá trình quang hợp, hô hấp và thoát hơi nước;
- Sinh trưởng, gồm quá trình sinh trưởng của các cơ quan và năng suất.

Các mô hình này thường là chương trình máy tính điện tử, cho phép tính sự sinh trưởng và năng suất cây trồng thông qua các quá trình quang hợp, hô hấp và phân phối sản phẩm quang hợp. Các quá trình trên phụ thuộc vào các yếu tố ngoại cảnh như bức xạ, nhiệt độ, nước, chất dinh dưỡng. Các phương trình biểu diễn những quá trình sinh lý đều được xây dựng dựa vào các thông số thực nghiệm theo các nguyên tắc đã trình bày ở trên.



Hình 22. Sự trao đổi đạm trong hệ sinh thái nông nghiệp với hệ sinh thái thành thị

(Số liệu do Đào Thế Tuấn thu thập tại hợp tác xã Vũ Thắng, 1984)

Số trong hình (ngoài ngoặc): kgN/ha/năm; (trong ngoặc): kgN tương đương lương thực.

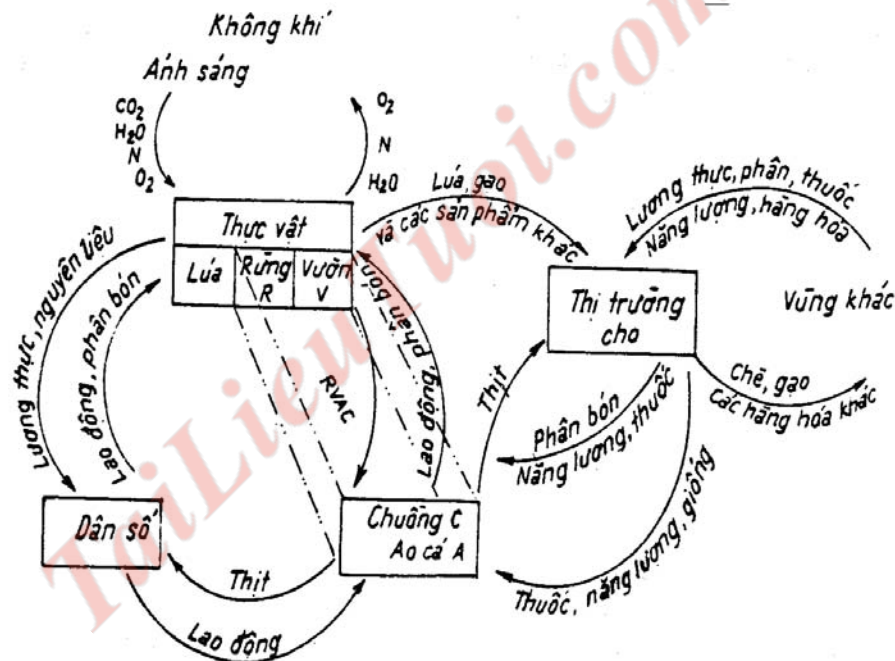
3.4. Mô hình của hệ sinh thái nông nghiệp

Hiện nay chưa có mô hình hoàn chỉnh nào của hệ sinh thái nông nghiệp được đề nghị. Chỉ có những mô hình từng mặt, chẳng hạn như mô hình của sự trao đổi năng lượng hay mô hình trao đổi vật chất như trao đổi đạm. Tuy vậy, các mô hình này cũng chỉ có tính chất mô tả.

Mô hình này biểu diễn các khối của hệ sinh thái nông nghiệp, dòng năng lượng, vật chất trao đổi giữa các khối, dự trữ năng lượng và vật chất trong các khối.

Dựa vào sự hoạt động của hệ sinh thái nông nghiệp đã trình bày ở trên, Đào Thế Tuấn và cộng sự (1984) đã đề nghị một mô hình đơn giản để biểu diễn sự hoạt động của hệ sinh thái nông nghiệp. Mô hình này gồm 4 khối.

- Hệ sinh thái đồng ruộng;
- Hệ sinh thái dân cư;
- Hệ sinh thái chăn nuôi;
- Hệ sinh thái thành thị (không ở trong hệ sinh thái nông nghiệp).



Hình 43. Mô hình khối của hệ sinh thái nông nghiệp
(mô phỏng theo Đào Thế Tuấn, 1984)

Muốn đánh giá được mức hoạt động của một HSTNN, phải xác định các biến trạng thái của các khối và các biến điều khiển (số ra, số vào) của các khối.

Giữa các khối, có sự trao đổi năng lượng và vật chất. Cường độ của sự trao đổi này quyết định năng suất của hệ sinh thái. Ngoài ra, giữa hệ sinh thái đồng ruộng với khí quyển, giữa hệ sinh thái thành thị với nước ngoài cũng có sự trao đổi năng lượng và vật chất.

Sau đây chúng tôi xin dẫn hai mô hình của hệ sinh thái nông nghiệp theo kiểu này: mô hình của hệ sinh thái nông nghiệp nước Pháp và nước Việt Nam vào năm 1980 (Đào Thế Tuấn 1984).