

PGS.TS. TRẦN ĐỨC VIÊN

(Chủ biên)

TS. NGUYỄN THANH LÂM, TS. MAI VĂN TRỊNH, PGS.TS. PHẠM TIẾN DŨNG



GIÁO TRÌNH
PHÂN TÍCH HỆ THỐNG
MÔI TRƯỜNG NÔNG NGHIỆP

THÁNG 09, 2008

MỞ ĐẦU

Nhân loại hiện nay đã và đang phải đứng trước những vấn đề cấp thiết về môi trường như sức ép gia tăng dân số ngày càng gia tăng, nhiều hệ sinh thái đang bị mất cân bằng, cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên và ô nhiễm môi trường. Trong sản xuất nông nghiệp, việc sử dụng phân bón, chất kích thích sinh trưởng và hoá chất bảo vệ thực vật, sự mặn hoá của các cơ sở nuôi trồng thuỷ sản đang trở thành vấn đề thời sự, nhưng đồng thời cũng làm nảy sinh nhiều vấn đề về ô nhiễm môi trường. Sự phát triển của nông nghiệp hiện đại đặt ra 2 vấn đề trọng tâm cần giải quyết: (i) làm thế nào để phát triển nông nghiệp đồng hành với bảo tồn được tài nguyên thiên nhiên; (ii) làm thế nào xây dựng và phát triển hệ thống nông nghiệp có năng suất ổn định, an toàn về mặt môi trường, gần gũi và khăng khít với hệ thống tự nhiên. Do vậy, việc phân tích hệ thống môi trường trong nông nghiệp chủ yếu để trả lời cho hai vấn đề trên nhằm phát triển một nền nông nghiệp dựa nhiều hơn vào việc khai thác hợp lý các nguồn lợi tự nhiên của hệ sinh thái và bảo vệ môi trường sống.

Giáo trình “**phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp**” được ra đời nhằm mục đích cung cấp cho sinh viên khối nông-lâm-ngư các khái niệm cơ bản và các kỹ năng về phân tích hệ thống môi trường trong sản xuất nông nghiệp nhằm đánh giá vai trò, chức năng của hệ thống sản xuất nông nghiệp dưới tác động của con người. Điểm mấu chốt của giáo trình này là giúp cho người học phương pháp tư duy tổng hợp thông qua các phương pháp tiếp cận hệ thống đã được nhiều nước trên thế giới áp dụng thay thế cho cái nhìn đơn lẻ trước đây. Đồng thời cuốn sách này cũng gợi ý cho người học phương pháp lựa chọn các chỉ số thích hợp trong từng trường hợp cụ thể phụ thuộc vào yêu cầu công việc và khả năng của nhà phân tích.

Với thời lượng 3 đơn vị học trình, giáo trình này bao gồm 5 chương nhằm cung cấp cho người học khái niệm chung về phân tích hệ thống môi trường, lý thuyết về phân tích hệ sinh thái nông nghiệp, phân tích cân bằng dinh dưỡng, phân tích nông nghiệp bền vững và kỹ năng mô hình hoá trong nghiên cứu hệ thống môi trường nông nghiệp.

Để giúp cho sinh viên học tốt môn này, trong từng chương có phần đầu giới thiệu nội dung, mục đích và yêu cầu đối với sinh viên. Sau mỗi chương, chúng tôi trình bày phần tóm tắt, câu hỏi ôn tập và tài liệu đọc thêm. Phần cuối của giáo trình là danh mục tài liệu tham khảo và phần từ vựng (Glossary) để mô tả các khái niệm và các định nghĩa quan trọng được sử dụng trong giáo trình này.

Do hạn chế về trình độ và do có những quan điểm khác nhau giữa tác giả và người dùng sách, chắc chắn là lần xuất bản đầu tiên này còn nhiều khiếm khuyết, rất mong nhận được nhiều ý kiến góp ý từ người học và từ bạn đọc xa gần. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn và sẵn lòng tiếp thu các ý kiến đó để lần xuất bản sau chúng ta sẽ có một cuốn sách tốt hơn.

Hà Nội, ngày 18 tháng 09 năm 2008

Các tác giả

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	i
MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC BẢNG	v
DANH MỤC CÁC HÌNH	vii
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	x
CHƯƠNG I. KHÁI NIỆM VỀ PHÂN TÍCH HỆ THỐNG MÔI TRƯỜNG.....	1
I. Khái niệm về hệ thống.....	1
1.1 Định nghĩa hệ thống	1
1.2 Đặc điểm của hệ thống	5
1.3 Phân loại về hệ thống	5
1.4 Một số khái niệm về hệ thống canh tác	7
II. Các quan điểm về hệ thống và phương pháp nghiên cứu hệ thống.....	7
2.1 Quan điểm tiếp cận hệ thống	7
2.2 Quan điểm vĩ mô (Macro) và quan điểm vi mô	8
2.3 Phương pháp mô hình hoá.....	9
2.4 Phương pháp hộp đen	9
2.5 Các phương pháp tổ chức hệ thống	9
III. Quan niệm về hệ thống trong sản xuất nông nghiệp.....	10
3.1 Hệ thống kinh tế	10
3.2 Hệ sinh thái nông nghiệp.....	11
3.3 Ý nghĩa của quan niệm hệ thống trong sản xuất nông nghiệp	16
IV Hệ thống môi trường	16
4.1 Khái niệm về môi trường.....	16
4.2 Chỉ thị môi trường (environmental indicators)	17
4.3 Trao đổi vật chất trong các hệ sinh thái đồng ruộng	19
V. Một số phương pháp tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu hệ thống môi trường trong nông nghiệp	20
5.1 Phương pháp tiếp cận sinh kế.....	20
5.2 Phương pháp tiếp cận sinh thái nhân văn	21
5.3 Tiếp cận nghiên cứu hệ thống nông nghiệp.....	21
VI. Phân tích hệ thống môi trường.....	23
CHƯƠNG II. PHÂN TÍCH HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP.....	28
I. Khái niệm về phân tích hệ sinh thái nông nghiệp.....	29
II. Các dạng nghiên cứu/phân tích hệ sinh thái nông nghiệp.....	30
2.1 Phân loại theo mục đích nghiên cứu.....	30
2.2 Phân loại nghiên cứu phân tích hệ sinh thái nông nghiệp theo thời gian.....	31
2.3 Đơn vị phân tích	31
2.4 Các điểm tập trung nghiên cứu.....	32
2.5 Nội dung nghiên cứu về môi trường hệ thống của hệ sinh thái nông nghiệp..	32
III. PHÂN TÍCH HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP.....	34
3.1 Mục đích phân tích hệ sinh thái nông nghiệp.....	34
3.2 Xác định hệ thống.....	34
3.3 Phân tích cơ cấu/thành phần của hệ thống	35
3.4 Phương pháp thu thập số liệu RRA	46
3.5 Đặc điểm hệ sinh thái nông nghiệp	48

3.6 Câu hỏi khoá (câu hỏi trọng tâm)	49
3.7 Xây dựng đề cương nghiên cứu và thực hiện.....	51
CHƯƠNG III. PHÂN TÍCH BỀN VỮNG TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP.....	57
I. Quan điểm phát triển bền vững	58
1.1 Phát triển bền vững là gì?.....	58
1.2 Chương trình nghị sự 21 là gì?	58
1.3 Chương trình nghị sự 21 của Việt Nam	58
II. Nông nghiệp bền vững lối đi trong tương lai.....	59
2.1 Quan niệm về nông nghiệp bền vững.....	59
2.2 Mục đích của Nông nghiệp bền vững (NNBV)	61
2.3 Đạo đức của NN bền vững	63
2.4 Đặc trưng của nông nghiệp bền vững.....	63
2.5 Những nguyên lí của NN bền vững.....	66
2.6 Những nguyên tắc xây dựng nông nghiệp bền vững (nông nghiệp sinh thái)	68
2.7 Phương pháp duy trì bền vững đối với đất	69
2.8 Xây dựng Nông nghiệp bền vững trên cơ sở Sinh thái học	72
2.9 Xây dựng hệ canh tác bền vững	75
2.10 Nông nghiệp bền vững và nông nghiệp sạch	83
2.11 Nông nghiệp bền vững về mặt xã hội.....	85
III. Phương pháp phân tích nông nghiệp bền vững.....	87
3.1. Các chỉ số được dùng để đánh giá tính bền vững.....	87
3.2. Khung đánh giá tính bền vững	89
CHƯƠNG IV. PHÂN TÍCH CÂN BẰNG DINH DƯỠNG	93
I. Phân tích cân bằng dinh dưỡng.....	94
1.1 Giới thiệu về quỹ các chất dinh dưỡng.....	94
1.2 Chuẩn đoán quỹ dinh dưỡng	94
1.3 Dòng các chất dinh dưỡng và đặc tính dễ tiêu của chất dinh dưỡng.....	96
1.4 Có thể mối quan hệ giữa cân bằng dinh dưỡng và dòng dinh dưỡng trong đất trở thành chỉ số đánh giá chất lượng môi trường đất?.....	98
1.5 Các nguồn dinh dưỡng trong đất ở trạng thái ổn định và thăng bằng	100
1.6 Theo hướng giá trị chuẩn của đầu vào, đầu ra, năng suất và độ phì của đất.....	102
1.7 Phân tích hoá học đất trong nghiên cứu tính bền vững	106
1.8 Cân bằng dinh dưỡng	109
II. Đánh giá sự bền vững của một số hệ sinh thái nông nghiệp	112
III. Duy trì hợp lý hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp (IPNS)	115
CHƯƠNG V. MÔ HÌNH HÓA TRONG NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG MÔI TRƯỜNG	121
I. Lịch sử hình thành lý thuyết nền tảng về mô hình	122
II. Các khái niệm cơ bản về mô hình.....	123
2. 1. Hệ thống	123
2. 2. Động thái	123
2. 3. Mô hình	123
2. 4. Mô hình hóa.....	123
III. Mục đích của mô hình hóa và học mô hình hóa	124
3. 1. Mục đích của mô hình hóa	124
3. 2. Ý nghĩa của nghiên cứu mô hình hóa	125
IV. Tính ưu việt của mô hình hóa.....	125

4. 1. Có thể thí nghiệm trong một khoảng thời gian rất ngắn	125
4. 2. Giảm yêu cầu phân tích	126
4. 3. Mô hình dễ trình bày và biểu diễn.....	126
V. Bất cập của mô hình hóa.....	126
5. 1. Mô hình hóa không thể đem lại kết quả chính xác khi số liệu đầu vào là thiếu chính xác.....	126
5. 2. Mô hình hóa không thể đưa ra cho chúng ta những câu trả lời dễ đối với các vấn đề khó.....	127
5. 3. Mô hình hóa không tự nó giải quyết được các vấn đề.	127
VI. Các loại mô hình	127
6. 1. Mô hình lý thuyết (ý tưởng)	127
6. 2. Mô hình chứng minh tương tác	127
6. 3. Mô hình toán học và thống kê	127
6. 4. Mô hình minh họa trực quan	128
VII. Xây dựng mô hình.....	129
7. 1. Cấu trúc của mô hình.....	129
7. 2. Xây dựng mô hình	132
VIII. Một số mô hình cụ thể.	137
8. 1. Mô hình xói mòn đất do nước	137
8. 2. Mô hình lan truyền thấm sâu chất hóa học LEACHM.....	141
8. 3. Mô hình đơn giản về lan truyền hóa chất trong đất.....	141
GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ	145
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	149

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1-1. Phát triển nông nghiệp là hàm số của các đặc tính hệ sinh thái nông nghiệp	15
Bảng 1-2. Đánh giá các tính chất HSTNN Trung du miền Bắc Việt Nam	15
Bảng 1-3. Lượng chất dinh dưỡng do cây trồng hút từ đất	20
Bảng 2-1. Phân bố thời gian trong 1 tuần của hội thảo về phân tích HSTNN	31
Bảng 2-2. Cơ cấu sử dụng giống lúa qua các thời kỳ tại một bản vùng cao	40
Bảng 2-3. Hạn chế và cơ hội của cộng đồng người Thái, xã Bình Chuẩn, Con Cuông, Nghệ An	43
Bảng 2-4. Phân tích ma trận và tầm quan trọng của các hình thức sử dụng đất	43
Bảng 2-5. Ví dụ về các mối quan hệ chủ chốt và các chỉ số xác định các thuộc tính của hệ thống của hệ sinh thái nông nghiệp ở vùng Đông Bắc Thái Lan và Lào	49
Bảng 2-6. Mức đầu tư phân bón cho canh tác lúa nước tại bản vùng cao, tỉnh Hoà Bình	54
Bảng 2-7. Cơ cấu thu nhập của người dân trước và sau khi thu hồi đất tại một địa bàn thuộc huyện Mê Linh	55
Bảng 2-8. Hiện trạng sử dụng đất của Việt Nam năm 2003	56
Bảng 2-9. So sánh điều kiện tự nhiên và chu trình dinh dưỡng ở vùng nhiệt đới và ôn đới	56
Bảng 3-1. Hình ảnh về quan niệm và lý luận của NN bền vững	65
Bảng 3-2. So sánh các thuộc tính của nông nghiệp bền vững và nông nghiệp “Hiện đại”	66
Bảng 4-1. Quỹ Nitơ ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{năm}^{-1}$)	96
Bảng 4-2. Ước tính giá trị dễ tiêu của các dòng dinh dưỡng đầu ra OUT, đầu vào IN khác nhau.	98
Bảng 4-3. Tóm tắt các quỹ đạm dễ tiêu và khó tiêu ($\text{kg ha}^{-1} \text{ năm}^{-1}$)	99
Bảng 4-4. Mô tả và các đặc điểm chính của các nguồn dinh dưỡng được mô tả trong chương này.	102
Bảng 4-5. Giá trị tương đối (tròn số) của năng suất trong năm đầu tiên và tỷ số dễ tiêu/tổng số dinh dưỡng dự trữ vào thời điểm cuối cùng của năm đầu tiên sau khi dòng dinh dưỡng vào thay đổi 50 đơn vị trong một năm	107

Bảng 4-6. Tỷ lệ Lân dễ tiêu so với lân tổng số dựa theo 3 phương pháp phân tích và một số mô tả chi tiết về vị trí của hệ sinh thái nông nghiệp và nguồn trích dẫn	108
Bảng 4-7. Chuẩn đoán thăm dò lân dễ tiêu (phương pháp Olsen) theo tỷ lệ đối với lân tổng số và Kali trao đổi theo tỷ lệ đối với dung tích trao đổi cation (CEC)	109
Bảng 4-8. Lượng đạm (kg ha^{-1}) được hút bởi ngô là kết quả của việc bón lân trên các nền chất hữu cơ và P-Olsen khác nhau (Janssen và ctv., 1990)	111
Bảng 4-9. Tầm quan trọng tương đối của các OUT _{4,3,5} đối với N, P, và K theo mẫu đơn giản. (Khí hậu thiên về ẩm)	112
Bảng 4-10. Tầm quan trọng tương đối của các OUT _{4,3, 5} đối với N, P, và K theo dạng khí hậu. Trường hợp bình thường được đơn giản hoá.	113
Bảng 4-11. Đánh giá hệ sinh thái nông nghiệp bằng “các chỉ số bền vững” khác nhau	114
Bảng 5-1. Phân loại mô hình (theo cặp)	129
Bảng 5-2. Ma trận liên kết của mô hình vòng tuần hoàn Nitơ trong hệ sinh thái thủy vực	134

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1-1. Hệ thống là sự hợp thành của nhiều thành phần có quan hệ với nhau, nối liền với môi trường bằng đầu vào và đầu ra	2
Hình 1-2. Quan hệ của thành phần hợp thành hệ thống, hệ thống con, hệ thống cháu	3
Hình 1-3. Phạm vi của hệ thống. Có sự khác nhau do phạm trù vấn đề khác nhau mà người ta nghiên cứu.	3
Hình 1-4. Sơ đồ đầu ra và đầu vào của hệ thống nông nghiệp được xét đến như môi trường tồn tại xung quanh hệ thống nông nghiệp	5
Hình 1-5. Mô hình tuần hoàn đạm (kiểu vẽ)	7
Hình 1-6. Sơ đồ ghép nối tiếp giữa các phần tử trong hệ thống Ao-Vườn-Ruộng	10
Hình 1-7. Sơ đồ ghép song song giữa các phần tử trong hệ thống chăn nuôi và đồng ruộng	10
Hình 1-8. Sơ đồ ghép phản hồi giữa các phần tử trong hệ thống trồng trọt và chăn nuôi	11
Hình 1-9. Các tính chất của hệ sinh thái nông nghiệp	13
Hình 1-10. Chu trình dinh dưỡng trong HSTNN	20
Hình 1-11. Mô hình tiếp cận của CARE trong đánh giá sinh kế bền vững của người dân	21
Hình 1-12. Khung đánh giá về sinh kế bền vững của DFID	22
Hình 1-13. Phân loại các phương pháp tiếp cận hệ thống trong nông nghiệp	23
Hình 1-14. Các dòng năng lượng (E), vật chất (M), tài chính (\$), thông tin (I) xâm nhập vào hệ thống canh tác do nông hộ quản lý	23
Hình 1-15. Phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp và các hợp phần	25
Hình 2-1. Các bước cơ bản trong phân tích hệ sinh thái nông nghiệp	31
Hình 2-2. Bản đồ phác thảo bản Thà Lạng, huyện Kỳ Sơn, Nghệ An	36
Hình 2-3. Lát cắt của bản Tát, huyện Đà Bắc, Hoà Bình	37
Hình 2-4. Lịch thời vụ và lượng mưa theo tháng tại bản Tát, huyện Đà Bắc, Hoà Bình	38
Hình 2-5. Nhu cầu và sản lượng lương thực sản xuất tại vùng Đông Bắc Thái Lan	38

Hình 2-6. Sự thay đổi diện tích lúa nương tại bản Tát, huyện Đà Bắc, Hoà Bình từ năm 1990 đến năm 2004	39
Hình 2-7. Các dòng vật chất trong hệ sinh thái nông hộ điển hình vùng trung du miền Bắc Việt Nam	40
Hình 2-8. Cây quyết định trong chiến lược sử dụng đất của nông dân vùng Đông Bắc Thái Lan	41
Hình 2-9. Sản lượng lương thực sản xuất từ lúa nước và lúa nương trong năm 1998 ở mức độ gia đình dân tộc Tày tại bản Tát, Hoà Bình	42
Hình 2-10. Các tổ chức xã hội ảnh hưởng đến sự phát triển của thôn bản	42
Hình 2-11. Ảnh hưởng của quá trình mở rộng diện tích canh tác nương rẫy tới sức khoẻ của người dân	44
Hình 2-12. Các chiến lược sử dụng đất dựa trên logic và kinh nghiệm của người dân	45
Hình 2-13. Đa dạng hoá thu nhập của người nông dân ngoại thành Hà Nội.	45
Hình 2-14. So sánh hệ canh tác nông nghiệp cổ truyền và hệ thống sản xuất hàng hoá	55
Hình 3-1. Hệ thống kết hợp lợn - cá - vịt - rau	78
Hình 3-2. lát cắt ngang mô tả một hệ nông lâm kết hợp ở Trung du	3-2
Hình 3-3. Sơ đồ mô hình (R)VAC	83
Hình 3-4. Sơ đồ hệ sinh thái VAC	84
Hình 3-5. Chu trình đánh giá MESMES	90
Hình 3-6. Sơ đồ đánh giá tổng hợp tính bền vững của hệ thống	91
Hình 4-1. Các dòng dinh dưỡng IN, OUT, các nguồn và luồng dinh dưỡng trong hệ thống đất	101
Hình 4-2. Mối quan hệ giữa ngưỡng độ phì của đất	105
Hình 5-1. Lịch sử và tiến trình phát triển của các loại mô hình sinh thái và môi trường	123
Hình 5-2. Ví dụ về cấu trúc biểu đồ Forrester cho một mô hình hệ thống nông nghiệp trong đó có nhiều biến trạng thái của một hệ thống nông nghiệp (Haefner, 2005)	130
Hình 5-3. Các thành phần cơ bản của biểu đồ Forrester	131
Hình 5-4. Biểu đồ tổng quát trình tự xây dựng mô hình theo Jørgensen và	132

Bendoricchio (2001)

Hình 5-5. Một hệ sinh thái đơn giản biểu diễn chu trình cacbon giữa các hợp phần sinh thái	133
Hình 5-6. Biểu đồ Forrester cho mô hình hệ sinh thái hươu-cỏ	134
Hình 5-7. Ví dụ về phân tích độ nhạy sự ảnh hưởng của các hàm lượng đạm ban đầu đến sự thay đổi hàm lượng đạm trong đất theo thời gian.	135
Hình 5-8. Kết quả hiệu chỉnh của mô hình mô phỏng hàm lượng đạm trong đất trồng bắp cải (kết quả tính toán rất khớp với hàm lượng đạm đo trong đất).	136
Hình 5-9. Mô hình AGNPS chạy kết hợp với phần mềm GIS mô phỏng các quá trình nước và di chuyển của hóa chất.	139
Hình 5-10. Biểu đồ biểu diễn cơ chế xói mòn của LISEM (Hessel et al., 2002)	140
Hình 5-11. Mô phỏng hướng dòng chảy trong mô hình xói mòn lưu vực	141
Hình 5-12. Các hợp phần chính và đường phát triển của LEACHM (Hutson, 2003).	142
Hình 5-13. Biểu đồ biểu diễn sự lan truyền chất hóa học trong đất	142
Hình 5-14. Phân bố hàm lượng đạm trong đất theo chiều sâu lúc ban đầu, sau 40, 80 và 100 ngày.	143

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

BALAV:	Cân bằng dinh dưỡng các chất dễ tiêu
BALNIA:	Cân bằng dinh dưỡng các chất khó tiêu
BALNUT:	Cân bằng dinh dưỡng
FBNF:	Vi sinh vật cố định đạm sống tự do trong đất
HSTNN:	Hệ sinh thái nông nghiệp
INPUT:	Đầu vào (dòng dinh dưỡng, vật chất hoặc thông tin)
IP:	Nguồn dinh dưỡng tồn tại ở dạng yếm, ít linh động
IPNS:	Hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp
LP:	Nguồn dinh dưỡng tồn tại ở dạng hợp chất tương đối linh động
NIA:	Các chất khó tiêu
NRM:	Tỷ lệ các chất dinh dưỡng được tổng động viên (Net Rate of Mobilization)
OUT:	Đầu ra (dòng dinh dưỡng, vật chất hoặc thông tin)
PRA:	Phương pháp điều tra nhanh nông thôn có sự tham gia của người dân
SBNF:	Vi sinh vật cố định đạm sống cộng sinh trong đất
SIF:	Dòng dinh dưỡng nội lưu (bên trong hệ thống)
SP:	Nguồn dinh dưỡng tồn tại ở dạng hợp chất tương đối bền
SSF:	Độ phì bão hoà (Saturated Soil Fertility)
SSOL:	Các chất dinh dưỡng có mặt trong dung dịch đất
SUAN:	Mạng lưới sinh thái nông nghiệp giữa các trường Đại học thuộc khối Đông Nam Á
RRA:	Phương pháp điều tra nhanh nông thôn
TSF:	Độ phì tiêu chuẩn (Target Soil Fertility)
TI:	Đầu vào tiêu chuẩn (Target input)
SFL:	Ngưỡng độ phì của đất

CHƯƠNG I. KHÁI NIỆM VỀ PHÂN TÍCH HỆ THỐNG MÔI TRƯỜNG

Nội dung

Nhân loại đang đứng trước những thử thách vô cùng lớn lao về các vấn đề môi trường. Dân số tăng nhanh với tốc độ chóng mặt kéo theo sự gia tăng các nhu cầu về vật chất đã làm cho sức ép môi trường ngày một gia tăng. Trong thực tiễn sản xuất, nhiều quy trình công nghệ không đảm bảo thuận tiện cho người sử dụng, tổn nhiên liệu và làm tổn hại đến môi trường. Đồng thời các nhân tố môi trường luôn luôn thay đổi làm cho các quy trình kỹ thuật luôn luôn bị lạc hậu nếu không có sự cải tiến kịp thời. Chương I trình bày cho các học viên một số khái niệm cơ bản về phân tích hệ thống môi trường.



Ảnh 1-1. Ruộng manh mún là nhân tố cản trở sản xuất nông nghiệp hàng hoá

Các nội dung sau đây sẽ được đề cập trong chương này:

- ❖ Các khái niệm cơ bản về hệ thống, hệ thống nông nghiệp, hệ thống môi trường;
- ❖ Ý nghĩa của hệ thống và chỉ số môi trường trong nông nghiệp;
- ❖ Một số phương pháp tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu hệ thống môi trường nông nghiệp;
- ❖ Phân tích hệ thống môi trường;
- ❖ Ý nghĩa của phân tích hệ thống môi trường.

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần nắm được:

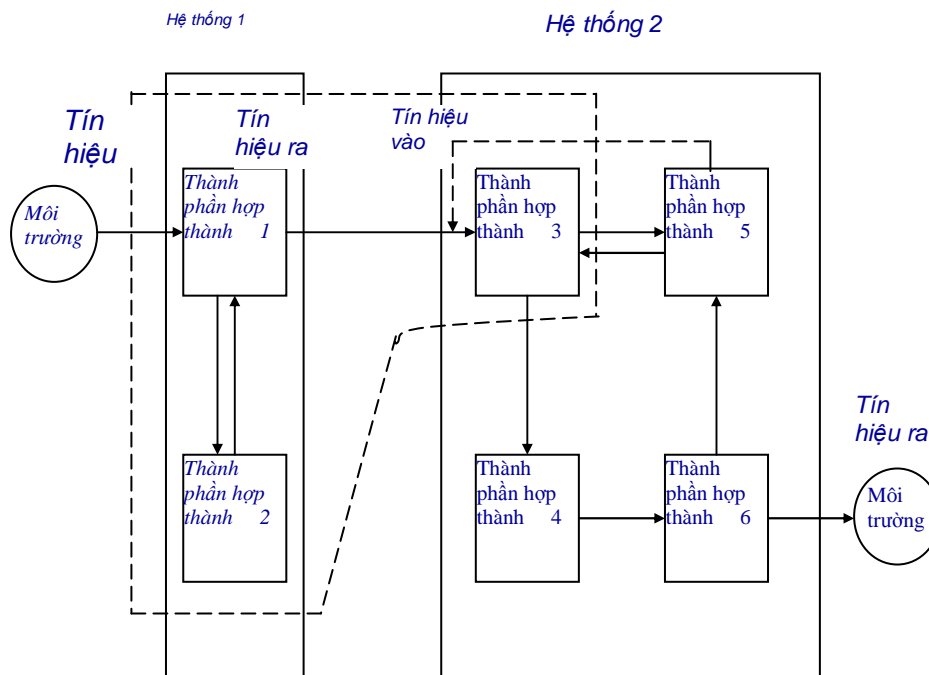
- ❖ Hệ thống nông nghiệp và môi trường của nó;
- ❖ Nắm được khái niệm về môi trường, đặc biệt môi trường nông nghiệp;
- ❖ Nắm được khái niệm và ý nghĩa về phân tích hệ thống môi trường;

I. Khái niệm về hệ thống

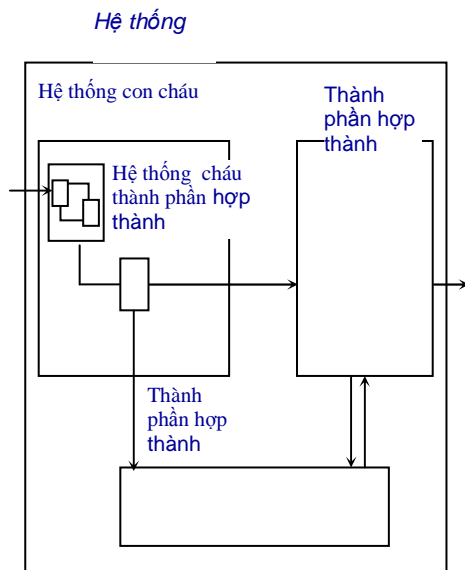
1.1 Định nghĩa hệ thống

Có nhiều định nghĩa về hệ thống:

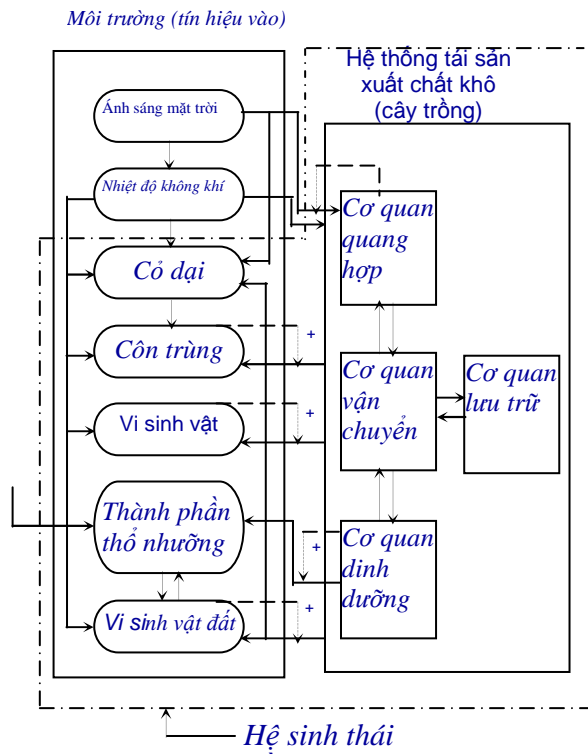
- Hệ thống được tạo thành bởi một tập hợp các phần tử có tương tác với nhau và môi trường (xem hình 1-1; 1-2; 1-3) (Bertalanffy, 1972).
- Hệ thống là tập hợp do một số thành phần kết hợp hữu cơ với nhau, có thể phân biệt nó với môi trường hoặc hệ thống khác, và có “tính độc lập” tương đối ở mức độ nhất định.
- Hệ thống là một cái gì đó có ít nhiều bộ phận liên hệ với nhau. Nói cách khác: hệ thống là một tập hợp những quan hệ tồn tại dai dẳng với thời gian. Hoặc hệ thống là một tập hợp các phần tử có quan hệ với nhau tạo nên một chỉnh thể thống nhất và vận động, khi được tác động đúng sẽ tạo tính trời cao.
- Có một khái niệm tương đối bao trùm là: hệ thống là một tổ hợp các thành phần (phần tử) với các quan hệ tương hỗ của chúng trong một ranh giới (biên giới) nhất định, hoạt động như một tổng thể cùng chung mục tiêu, nó có thể tác động và đồng thời cũng có thể bị tác động bởi môi trường bên ngoài (Spedding, 1979). Bất cứ khi nào, cả hệ thống hay chỉ một phần tử nào đó của hệ thống bị tác động thì hệ thống cũng có phản ứng như một cơ thể thống nhất.



Hình 1-1. Hệ thống là sự hợp thành của nhiều thành phần có quan hệ với nhau, nối liền với môi trường bằng đầu vào và đầu ra



Hình 1-2. Quan hệ của thành phần hợp thành hệ thống, hệ thống con, hệ thống cháu.



Hình 1-3. Phạm vi của hệ thống. Có sự khác nhau do phạm trù vấn đề khác nhau mà người ta nghiên cứu.

Có 2 trường phái tư tưởng về những gì cấu thành nên một hệ thống. Spedding (1979) định nghĩa hệ thống như sau:

Một nhóm các bộ phận tác động qua lại nhau, hoạt động cùng nhau vì một mục đích chung, có thể kết hợp cùng nhau để phản ứng lại các kích thích bên ngoài: Nó (hệ thống) không bị ảnh hưởng trực tiếp bởi chính các kết quả do nó tạo ra và có một ranh giới cụ thể dựa trên việc bao hàm tất cả các phản hồi có ý nghĩa.

Đây là một định nghĩa thiên về “nhân chủng học.” Người khám phá đầu tiên là xác định mục tiêu, và sau đó vẽ ra các ranh giới tương ứng. Nếu mục tiêu là cung cấp lương thực, ranh giới được vẽ theo một cách; nếu để kiếm tiền, ranh giới được vẽ theo cách khác. Người ta giả thiết là hệ thống không thật sự tồn tại trên trái đất, xong một hệ thống là một cách thuận lợi để nhìn vào thế giới và tổ chức thông tin.

Dựa trên kiến thức về sinh thái, chúng ta tin là các hệ thống thực sự tồn tại trong thế giới thật sự - thậm chí chúng rất khó xác định. Ý niệm trọng tâm là trong thế giới thực sự có rất nhiều các phần tử hoặc bộ phận tách biệt tác động qua lại để cấu thành nên một tổ chức cao hơn ở - một ý nghĩa nào đó, cao hơn các bộ phận cá thể cộng lại. Chúng ta thử nhìn vào một hệ thống cây ruộng. Nó có rất nhiều các bộ phận - các chân của con trâu, đầu con trâu, chân của người, thân thể của người, đầu của người, lưỡi cày, thân cày, dây thừng... Các bộ phận cá thể có rất ít ý nghĩa, nếu xếp lại với nhau chúng cũng không có ý nghĩa, xong khi lắp ráp lại theo khuôn mẫu qui định chúng có thể cày đất. Đó là một hệ thống.

Phần tử: Phần tử là tế bào nhỏ nhất tạo nên hệ thống, nó có tính độc lập tương đối và thực hiện một chức năng tương đối hoàn chỉnh. Với cùng một đối tượng nghiên cứu, khái niệm phần tử có thể là khác nhau tùy thuộc vào góc độ nghiên cứu khác nhau.

Ví dụ: - *Hệ thống mặt trời: giữa mặt trời, mặt trăng và các hành tinh có liên hệ với nhau bằng lực hấp dẫn*

- Hệ sinh thái rừng có cây rừng, động vật và hệ vi sinh vật.
- Hệ thống nông hộ.

Hệ thống: là một tập hợp các phần tử có quan hệ với nhau tạo nên một chỉnh thể thống nhất và vận động; nhờ đó xuất hiện những thuộc tính mới gọi là tính trỗi.

Như vậy hệ thống không phải là một phép cộng đơn giản giữa các phần tử. Điều quan trọng để xem xét một tập hợp các phần tử có tạo nên hệ thống hay không là tập hợp đó có xuất hiện các tính trỗi hay không.

Thứ bậc của hệ thống

Mỗi hệ thống có nhiều thành phần (phần tử), cả hệ thống được coi là hệ chính còn các thành phần được gọi là hệ phụ (Sub-systems). Bất kỳ hệ thống nào cũng có các hệ phụ. Các hệ phụ lại có thể có hệ phụ bậc hai, bậc ba, v.v. Như vậy trong hệ thống thường hình thành các cấp hệ thống khác nhau theo thứ bậc (system hierarchy) nhất định. Đầu ra của một hệ thống sẽ cung cấp đầu vào cho hệ thống cấp trên nó và nó lại nhận đầu ra của cấp dưới nó. Tuy có nhiều cấp khác nhau trong một hệ thống nhưng tất cả chúng đều có chung mục đích. Tùy theo cấp độ của hệ thống khác nhau mà hình thành các ranh giới (boundary) cho hệ thống khác nhau. Để nghiên cứu hệ thống, chúng ta phải luôn nghĩ đến ranh giới của hệ thống và môi trường của hệ thống. Các mối liên hệ trong hệ thống thể hiện tương tác giữa hệ thống chính với các hệ phụ và mối tương tác giữa các hệ phụ với nhau, cùng mối tương tác giữa hệ thống và các hệ phụ với môi trường bên ngoài.

Môi trường: là tập hợp các phần tử tồn tại xung quanh một hệ thống hay một sự kiện. Một hệ thống chỉ có thể tồn tại và phát triển tốt khi nó được xây dựng trên một môi trường phù hợp.

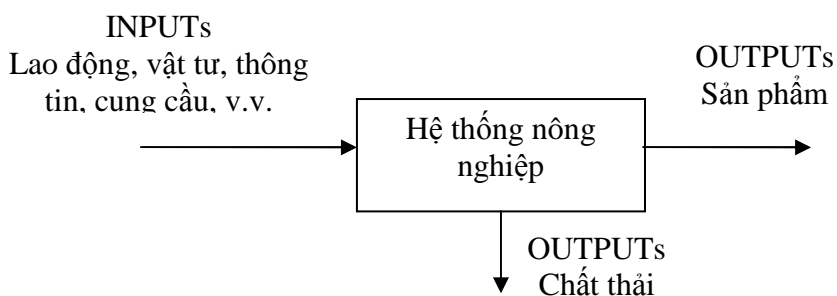
Ví dụ: Việc đưa các biện pháp trồng cỏ tiên tiến đã làm tăng năng suất hệ sinh thái chăn nuôi của Hà Lan. Sinh khối được tạo ra bởi sinh vật sản xuất tăng lên một cách đáng kể và là nguồn thức ăn phong phú cho động vật ăn cỏ. Số lượng vật nuôi trên một đơn vị diện tích tăng lên lại dẫn đến nguy cơ ô nhiễm NO_3^- ở nguồn nước ngầm do có quá nhiều phân gia súc trên bề mặt thấm xuống dưới. Kết quả là chất lượng cuộc sống của con người có xu hướng bị đe dọa. Như vậy khi xuất hiện một sự thay đổi trong hệ thống dẫn đến một loạt sự thay đổi khác trong hệ thống và khả năng kiểm soát các chất ô nhiễm trong hệ thống có sự thay đổi. Nếu chỉ xét đến yếu tố năng suất hoặc kinh tế mà bỏ qua các nhân tố tác động môi trường sẽ dẫn đến những hậu quả không lường trước được.

Đầu vào (INPUT): là các tác động của môi trường lên hệ thống. Đối với nông hộ thì đầu vào là máy móc, nguyên vật liệu, lao động, thông tin, công nghệ, giá thị trường, nhu cầu thị trường, chính sách.

Tác động có hai mặt: tích cực và tiêu cực. Những tác động tích cực sẽ giúp cho hệ thống hoạt động và tiến triển tốt, ngược lại tác động tiêu cực đôi khi sẽ kìm hãm các hoạt động của hệ thống. Có những đầu vào chủ động (do con người tác động) thường là tác động tích cực và đầu vào ngẫu nhiên do môi trường tự nhiên tác động có thể là tích cực nhưng cũng có thể là tiêu cực.

- Ví dụ :* - *Rừng, có đầu vào là dinh dưỡng, nước, không khí;*
- *Nông hộ có đầu vào là tiền vốn, lao động.*

Đầu ra (OUTPUT): là các tác động trở lại của hệ thống với môi trường. Đó là các sản phẩm, chất lượng giá thành, phế thải, Có tác động của đầu ra làm cho môi trường tốt hơn nhưng cũng có các sản phẩm đầu ra lại làm cho môi trường xấu đi. Nếu là các hệ thống tự nhiên thì chúng thường cân bằng với môi trường, còn các hệ thống nhân tạo thường gây khó khăn hơn cho môi trường.



Hình 1-4. Sơ đồ đầu ra và đầu vào của hệ thống nông nghiệp được xét đến như môi trường tồn tại xung quanh hệ thống nông nghiệp

Phép biến đổi của hệ thống: là khả năng thực tế của hệ thống trong việc đồng hoá các nguồn đầu vào để tạo đầu ra. Trong thực tiễn có thể cùng một đầu vào nhưng đầu ra ở các hệ thống là khác nhau. Điều này phụ thuộc vào trình độ tổ chức sản xuất ở nông hộ, cơ sở vật chất và nhu cầu của thị trường.

Ta ký hiệu phép biến đổi là T thì:

$Y = T.X$ có nghĩa là cùng đầu vào X nhưng T khác nhau thì Y sẽ khác nhau. Đó là do trình độ khác nhau của nông hộ mỗi nông trại.

Trạng thái của hệ thống: là thuộc tính của hệ thống tại một thời điểm xác định. Thuộc tính này sẽ luôn luôn thay đổi theo thời gian.

Ví dụ: Cùng điều kiện đất đai nhưng hộ trồng khoai lang, hộ lại trồng đậu tương,...

Độ đa dạng của hệ thống: là mức độ khác nhau giữa các trạng thái hoặc giữa các phần tử của hệ thống.

Mục tiêu của hệ thống: là trạng thái mà hệ thống mong muốn và cần đạt tới.

Hành vi của hệ thống: là tập hợp các đầu ra của hệ thống bao gồm sản phẩm và chất thải. Trong thực tiễn sản xuất người ta mong muốn thu được nhiều sản phẩm và hạn chế các tác hại xấu của các chất thải đến môi trường.

Chức năng của hệ thống: là khả năng của hệ thống có thể cung ứng hoặc hỗ trợ các nhu cầu của môi trường bên ngoài. Một hệ thống chỉ tồn tại và có ý nghĩa khi nó thực hiện một chức năng riêng biệt.

Cấu trúc của hệ thống: là hình thức cấu tạo bên trong của hệ thống, bao gồm sự sắp xếp vị trí giữa các phần tử cùng các mối quan hệ giữa chúng. Nhờ có cấu trúc mà hệ thống có sự ổn định. Khi mối quan hệ giữa các phần tử thay đổi thì hệ thống chuyển sang một cấu trúc khác. Tuy thuộc vào việc nắm bắt cấu trúc của hệ thống đến đâu mà có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để nghiên cứu hệ thống.

Ví dụ trong hệ sinh thái rừng, có cấu trúc của các tầng cây và các quan hệ của nó như cây to, nhỏ, cây che bóng,...

- Khi mối quan hệ của hệ thống thay đổi thì hệ thống chuyển sang cấu trúc khác.

- Để nghiên cứu hệ thống người ta cần biết cấu trúc của nó để nghiên cứu và điều khiển.

Cơ chế của hệ thống: Phương thức hoạt động hợp với quy luật hoạt động khách quan vốn có của hệ thống. Cơ chế tồn tại đồng thời và song song với cơ cấu của hệ thống, nó là điều kiện để cơ cấu của hệ thống phát huy tác dụng.

Ví dụ : cơ chế của hệ sinh thái rừng là tự điều chỉnh.

1.2 Đặc điểm của hệ thống

Theo Phạm Chí Thành và ctv (1996) hệ thống có các đặc điểm sau:

- o Có cấu trúc và tổ chức ở mức độ nhất định ;
- o Hệ thống được khái quát hoá, đơn giản hoá, trừu tượng hoá các thực thể trong tự nhiên. Hệ thống cũng có thể là hữu hình (hệ thống giao thông, hệ thống trường học) hoặc vô hình (hệ thống học thuyết, hệ thống ý tưởng) ;
- o Tất cả các hệ thống đều có chức năng;
- o Tất cả các thành phần hợp thành hệ thống đều có chức năng riêng ;
- o Hệ thống đều có dòng vật chất xâm nhập vào và ra khỏi hệ thống. Trong hệ thống có một số bộ phận có khả năng kết hợp các thành phần của hệ thống với nhau như các dòng năng lượng và thông tin;
- o Các hợp phần trong hệ thống hình thành một thể thống nhất để thực hiện và duy trì chức năng cơ bản của hệ thống.

1.3 Phân loại về hệ thống

Ý tưởng về phân loại hệ thống đã có từ đầu thế kỷ 20 và ý tưởng này đã được Von Bertalanffy (1972) nghiên cứu và phát triển trong tác phẩm “*Lịch sử và thực trạng của lý thuyết hệ thống*”. Tùy theo các giác độ nghiên cứu, người ta phân loại hệ thống theo các xu hướng sau:

- o Phân loại theo quan hệ với môi trường;
- o Phân loại theo độ đa dạng;
- o Phân loại theo sự phụ thuộc vào yếu tố thời gian;
- o Phân theo tính chất thay đổi trạng thái của hệ thống;
- o Phân loại mức độ biểu hiện cơ cấu: cơ cấu mờ, cơ cấu hiện, đa cơ cấu;
- o Theo sự ổn định;
- o Phân cấp;
- o Khả năng điều khiển: một số hệ thống có thể điều khiển các trạng thái của nó theo một quỹ đạo cho trước, ngược lại một số hệ thống không thể điều khiển được;
- o Phân loại theo khả năng tự điều chỉnh. Hệ tự điều chỉnh là hệ có khả năng thích nghi với sự biến đổi của môi trường để giữ cho trạng thái của nó nằm trong miền ổn định. Ngược lại là hệ thống không thể tự điều chỉnh được.

1.3.1 Khái niệm về nông nghiệp, hệ thống nông nghiệp

Theo Fukuoka (1978) mục đích cuối cùng của nông nghiệp không chỉ là sản xuất ra nông sản mà chính là sự bồi dưỡng và hoàn thiện đời sống con người.

Nông nghiệp là gì?

Nói đến nông nghiệp, ai cũng biết nhưng thử hỏi nông nghiệp là gì lại có nhiều cách nghĩ khác nhau: Có người nói nông nghiệp là hoạt động của con người trên cây, con. Có người lại cho rằng nông nghiệp là hoạt động có mục đích của con người nhằm tạo ra các sản

phẩm khác nhau để đáp ứng các nhu cầu của họ. Hoạt động sản xuất nông nghiệp là áp dụng sinh học cho trồng trọt, chăn nuôi. Có người cho rằng nông nghiệp là hoạt động kiểm soát và điều khiển cây trồng, vật nuôi. Nhưng người ta mới chỉ kiểm soát được chừng 50 loài trên tổng số 1000 – 2000 loài.

Spedding (1979) đưa ra định nghĩa: Nông nghiệp là một loại hoạt động của con người, tiến hành trước hết là để sản xuất ra lương thực, sợi, củi đốt cũng như các vật liệu khác, bằng sự cân nhắc kỹ lưỡng và sử dụng có hiệu quả cây trồng và vật nuôi.

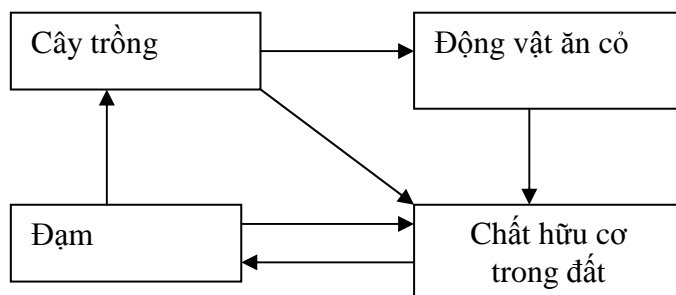
1.3.2 Những mô hình nông nghiệp.

a. Khái niệm về mô hình.

Về khái niệm mô hình cũng rất đa dạng theo nhiều cách:

Ví dụ:

- Mô hình (sa bàn) trận đánh Điện Biên phủ;
- Mô hình ruộng lúa năng suất cao;
- Mô hình hay hình mẫu (hiệu thông thường) là một cái mẫu hay hình thể của một vật để tham khảo;
- Mô hình là sự trừu tượng hoá hay đơn giản hoá hệ thống (nó cũng có các thuộc tính của hệ thống nhưng không phải tất cả);
- Mô hình là một phương tiện để tách ra khỏi hệ thống;
- Để diễn đạt mô hình có nhiều cách:
 - + Mô hình bằng lời;
 - + Mô hình vẽ;
 - + Mô hình toán (Phân tích & Mô phỏng);
 - + Mô hình tuần hoàn đạm (kiểu vẽ).



Hình 1-5. Mô hình tuần hoàn đạm (kiểu vẽ)

Tác dụng của mô hình là:

- ❖ Giúp ta hiểu biết, đánh giá và tối ưu hoá hệ thống. Nghĩa là ta phải phân tích xem xét và dựng mô hình để tối ưu;
- ❖ Giúp ta dự báo;
- ❖ Giúp ta chọn quyết định tốt nhất để quản lý hệ thống.

* Các loại mô hình.

- Mô hình phân tích: Là dùng các công cụ toán phức tạp để phân tích hệ thống, để hiểu những lý do tốt xấu dẫn đến hành vi khác nhau. Trong mô hình phân tích thường làm mất vơi thông tin (do nhóm lại). Ví dụ có 1 loạt các yếu tố ảnh hưởng tới năng suất cây trồng: phân, nước, giống;

- Mô hình mô phỏng;
- Bằng hình vẽ (hình 1-5);
- Bằng các công cụ toán để dự báo, giả thiết khi các thành phần, quan hệ của hệ thống thay đổi khác nhau thì các hành vi sẽ ra sao;

b. Mô hình nông nghiệp.

Mô hình nông nghiệp là mô hình mô tả các hoạt động của hệ thống nông nghiệp. Nhờ nó mà ta có thể biết được các hoạt động của hệ thống nông nghiệp như thế nào, trong mỗi hệ thống có bao nhiêu hệ phụ, các mối liên hệ của chúng ra sao, môi trường của chúng là gì, hiệu quả hoạt động của hệ thống cao hay thấp.

1.4 Một số khái niệm về hệ thống canh tác

1.4.1 Các khái niệm:

- Hệ thống nông nghiệp được nhà nông học Đức VonWalfe đề xuất từ thế kỷ 19 do ông cũng đã sử dụng thuật ngữ “input” và “out put” của một nông trại như một hệ thống để nghiên cứu độ màu mỡ của đất. Nhưng sau đó bị lãng quên trong thời gian dài.

- Khái niệm về hệ thống nông nghiệp (Agricultural System) được sử dụng phân loại các phương thức sản xuất nông nghiệp trên thế giới và nghiên cứu sự tiến hoá của chúng.

- Hệ thống sản xuất do các nhà kinh tế đưa ra để nghiên cứu sự phát triển của trồng trọt, đồng cỏ, chăn nuôi và quản lý tài chính của nông trại.

- Sau đó các nước sử dụng tiếng Anh đã sử dụng rộng rãi khái niệm hệ thống canh tác và coi như là hoạt động sản xuất nông nghiệp của nông trại trong những điều kiện kinh tế xã hội nhất định.

- Nghiên cứu và phát triển hệ thống canh tác: ở Pháp (1970) có xu hướng nghiên cứu mới là nghiên cứu – phát triển để thúc đẩy nông nghiệp. Ban đầu cũng nhiều cách hiểu khác nhau, nhưng mọi người đều đi đến thống nhất là: nghiên cứu phát triển ở môi trường nông thôn là cuộc thử nghiệm trên môi trường tự nhiên và xã hội về các kỹ năng và điều kiện của sự thay đổi kỹ thuật và xã hội.

1.4.2 Một số định nghĩa cơ bản về hệ thống nông nghiệp như sau:

- Hệ thống nông nghiệp là sự biểu hiện không gian của sự phối hợp các ngành sản xuất và kỹ thuật do một xã hội thực hiện để thỏa mãn các nhu cầu. Nó biểu hiện một sự tác động qua lại giữa một hệ thống sinh học - sinh thái mà môi trường tự nhiên là đại diện và một hệ thống xã hội- văn hoá, qua các hoạt động xuất phát từ những thành quả kỹ thuật (Vissac, 1979).

- Hệ thống nông nghiệp trước hết là một phương thức khai thác môi trường được hình thành và phát triển trong lịch sử, một hệ thống sản xuất thích ứng với các điều kiện sinh thái, khí hậu của một không gian nhất định, đáp ứng với các điều kiện và nhu cầu của thời điểm ấy (Mazoyer.M)

- Hệ thống nông nghiệp thích ứng với các phương thức khai thác nông nghiệp của không gian nhất định do một xã hội tiến hành, là kết quả của sự phối hợp các yếu tố tự nhiên, xã hội- văn hoá, kinh tế kỹ thuật (Touve, 1988).

- Tóm lại có những định nghĩa khác nhau, song các tác giả đều xuất phát từ hai quan điểm là quan điểm nông trại và quan điểm hệ thống nông nghiệp. Nhiều người cho rằng tiếp cận hệ thống nông nghiệp toàn diện hơn cả và thích hợp hơn với sự phát triển (Beets Pillot, 1988)

II. Các quan điểm về hệ thống và phương pháp nghiên cứu hệ thống

2.1 Quan điểm tiếp cận hệ thống

Khi nghiên cứu bất cứ một sự vật, một hiện tượng trong thực tế phải đặt nó ở trong một hệ thống nhất định hoặc phải nghiên cứu môi trường ở xung quanh nó.

- + Khi nghiên cứu một hệ thống không chỉ nghiên cứu riêng rẽ các phần tử mà phải nghiên cứu trong mối quan hệ với các phần tử khác và phải chú ý đến các thuộc tính mới xuất hiện.
- + Khi nghiên cứu một hệ thống phải đặt trong môi trường của nó. Xem xét sự tương tác giữa hệ thống và môi trường mới có thể xác định rõ hơn hành vi và mục tiêu hoạt động của hệ thống cũng như các ràng buộc mà ngoại cảnh áp đặt lên hệ thống.
- + Các hệ thống thực tế thường là các hệ thống có cấu trúc phân cấp, do đó phải xác định rõ mức cấu trúc.
- + Các hệ thống thực tế thường là các hệ thống hữu đích là sự hoạt động của hệ thống có thể điều khiển được nhằm đạt được những mục tiêu đã định. Từ đó nảy sinh vấn đề là phải cần kết hợp các mục tiêu.
- + Với mỗi hệ thống, điều quan tâm chủ yếu là hành vi của nó, song hành vi lại phụ thuộc vào cấu trúc của hệ thống một cách tái định hoặc ngẫu nhiên. Do đó phải kết hợp cấu trúc với hành vi.
- + Các hệ thống thực tế thường đa cấu trúc. Vì vậy phải nghiên cứu theo nhiều góc độ rồi kết hợp lại. Người ta thường đi từ việc nghiên cứu cấu trúc hiện sang nghiên cứu cấu trúc mới.

2.2 Quan điểm vĩ mô (Macro) và quan điểm vi mô

+ Quan điểm vĩ mô

Đây là quan điểm giữ nguyên hệ thống hoặc chia hệ thống thành các hệ thống phụ (subsystem) với những quan hệ chính của nó để nghiên cứu. Nói một cách tổng quát: hệ thống được tìm hiểu và nghiên cứu một cách tổng thể, những mối quan hệ chủ yếu nhất.

Mục tiêu chính của việc nghiên cứu là hướng vào hành vi của hệ thống. Như vậy khi áp dụng quan điểm vĩ mô người ta không đi sâu vào cấu trúc bên trong của nó, không chú ý đến kết cục trung gian mà chỉ quan tâm đến kết cục cuối cùng của quá trình mà thôi.

Nội dung của nghiên cứu vĩ mô là phải trả lời các câu hỏi:

- Chức năng, mục tiêu của hệ thống là gì?
- Môi trường của hệ thống là gì?
- Đầu vào và đầu ra của hệ thống là gì?

+ Quan điểm vi mô

Đây là quan điểm phân chia hệ thống thành nhiều phần hệ, phần tử rồi đi sâu vào nghiên cứu tỷ mỉ hành vi của từng phần tử và những mối liên hệ giữa các phần tử đó, tuy nhiên mục tiêu cuối cùng nhằm hiểu hành vi của hệ thống. Với quan điểm này, người ta đi sâu vào cấu trúc bên trong của hệ thống, quan tâm đến từng kết cục trung gian của quá trình.

Nội dung của nghiên cứu vi mô trả lời các câu hỏi sau:

- Phần tử của hệ thống là gì?
- Hệ thống có bao nhiêu phần tử?
- Cấu trúc của hệ thống như thế nào?

Hai quan điểm vĩ mô và vi mô bổ sung lẫn nhau. Để hiểu kỹ hệ thống, đầu tiên người ta đi từ ngoài vào trong, từ đại thể đến chi tiết, sau đó từ cụ thể phải quay trở ra khai quát, tổng thể.

2.3 Phương pháp mô hình hoá

Nghiên cứu hệ thống bằng cách xây dựng các mô hình tái tạo lại, mô phỏng lại các đặc trưng cơ bản của hệ thống bằng kinh nghiệm, nhận thức và các công cụ khoa học. Dựa vào các mô hình này để đưa ra các kết luận về hệ thống, có thể lượng hoá các thông tin dưới dạng các mô hình.

2.4 Phương pháp hộp đen

Hộp đen là một hệ thống bất kỳ mà người nghiên cứu không biết gì về cấu trúc bên trong của nó cũng như biến đổi diễn ra của hệ thống.

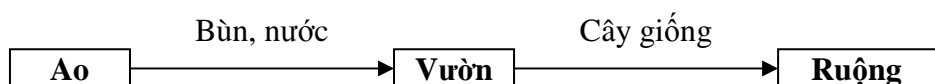
Theo quan điểm “hộp đen” thì các hệ thống có đầu vào giống nhau cũng như có phản ứng giống nhau đối với tác động bên ngoài thì được xem như có cấu trúc như nhau.

Phương pháp hộp đen có thể áp dụng rất hiệu quả trong thực tế vì có nhiều hệ thống mà cấu trúc của chúng rất mờ, hoặc rất phức tạp do đó việc đi sâu vào cấu trúc hoặc là không làm được hoặc quá tốn kém.

2.5 Các phương pháp tổ chức hệ thống

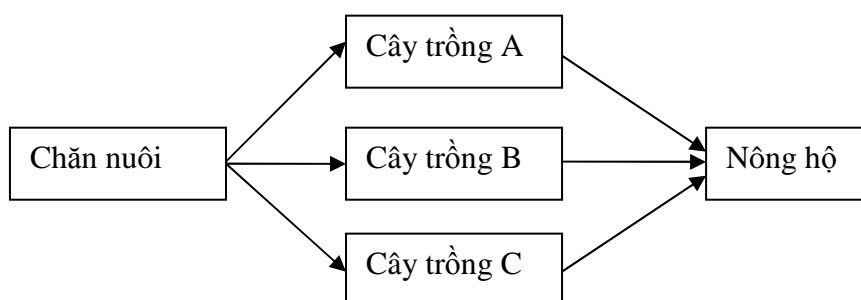
+ Những cách ghép các phần tử của hệ thống

- a. Ghép nối tiếp: cách ghép mà đầu ra của phần tử đứng trước là một bộ phận hoặc toàn bộ đầu vào của thành phần đứng sau (hình 1-6).



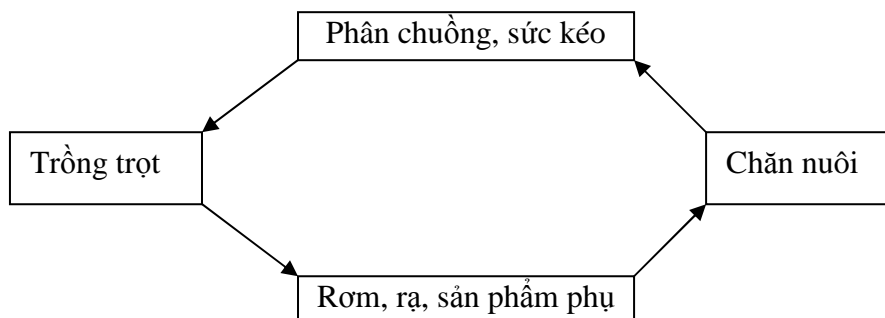
Hình 1-6. Sơ đồ ghép nối tiếp giữa các phần tử trong hệ thống Ao-Vườn-Ruộng

- b. Ghép song song: Các phần tử gọi là ghép song song khi chúng có chung một phần (hoặc toàn bộ đầu vào hoặc đầu ra- xem hình 1-7).



Hình 1-7. Sơ đồ ghép song song giữa các phần tử trong hệ thống chăn nuôi và đồng ruộng

- c. Ghép phản hồi: Hai phần tử được gọi là phản hồi với nhau nếu đầu ra của phần tử này đồng thời là đầu vào của phần tử kia và ngược lại (xem hình 1-8).



Hình 1-8. Sơ đồ ghép phản hồi giữa các phần tử trong hệ thống trồng trọt và chăn nuôi

+ Hiệu quả của cách tổ chức hệ thống

Cách ghép phản hồi chủ yếu được sử dụng trong hệ thống quản lý. Còn trong các hệ thống sản xuất và kỹ thuật chủ yếu ta gặp cách ghép nối tiếp và song song. Để đánh giá hiệu quả của hai phương pháp này người ta thường sử dụng các biến năng suất để đánh giá.

III. Quan niệm về hệ thống trong sản xuất nông nghiệp

3.1 Hệ thống kinh tế

Hệ thống kinh tế là một bộ phận của hệ thống kinh tế - xã hội; nó là tập hợp các quá trình sản xuất, phân phối trao đổi, tiêu dùng cùng với các mối quan hệ của con người trong và giữa các quá trình đó.

Hệ thống kinh tế có thể là toàn bộ nền kinh tế Quốc dân hoặc một bộ phận của nó (ngành, địa phương, xí nghiệp, nông hộ).

Hệ thống kinh tế có những đặc điểm sau đây (Phạm Chí Thành và ctv, 1996):

- Tính thống nhất của mọi bộ phận và phần tử của nó nhằm phục vụ một mục tiêu chung đặt ra trên 2 nguyên tắc:
 - Mục tiêu của toàn hệ
 - Tiêu chuẩn hiệu quả trong hoạt động của mỗi bộ phận
- Tính chất phức tạp: bất kỳ một sự thay đổi nào diễn ra ở mỗi bộ phận sẽ dẫn đến sự thay đổi dây chuyền ở các bộ phận khác.
- Hệ thống kinh tế không ngừng phát triển và hoàn thiện trên cơ sở tiến bộ khoa học kỹ thuật, biến động của nhu cầu xã hội.
- Phương thức sản xuất và thành phần của hệ bổ sung lẫn nhau và thay thế lẫn nhau một cách toàn diện, đây chính là động lực để phát triển.
- Hệ thống kinh tế là sự kết hợp hữu cơ giữa mặt hiện vật và mặt giá trị khi hệ hoạt động và phát triển.
- Tính ngẫu nhiên: Hệ kinh tế luôn chịu tác động của các yếu tố thiên nhiên và xã hội. Những tác động này về mặt cơ bản mang tính không thường xuyên và ngẫu nhiên. Vì thế hành vi và quá trình biến đổi trạng thái của hệ kinh tế chỉ có thể dự đoán với một mức độ chính xác nhất định.

3.2 Hệ sinh thái nông nghiệp

Theo quan niệm của Sinh thái học hiện đại, toàn bộ hành tinh của chúng ta là một hệ sinh thái khổng lồ và được gọi là sinh quyển (*biosphere*). Sinh quyển được chia ra làm nhiều đơn vị cơ bản, đó là những diện tích mặt đất hay mặt nước tương đối đồng nhất, gồm các vật sống và các môi trường sống, có sự trao đổi chất và năng lượng với nhau, chúng được gọi là hệ sinh thái (*ecosystem*). Ngoài những hệ sinh thái không có hoặc có rất ít sự can thiệp của con người - đó là hệ sinh thái tự nhiên, còn có những hệ sinh thái do tác động của con người tạo ra và chịu sự điều khiển của con người, điển hình như các ruộng cây trồng và đồng cỏ; đó chính là các HSTNN.

HSTNN là hệ sinh thái do con người tạo ra và duy trì dựa trên các quy luật khách quan của tự nhiên, với mục đích thoả mãn nhu cầu trên nhiều mặt và ngày càng tăng của mình. HSTNN là một hệ sinh thái tương đối đơn giản về thành phần và đồng nhất về cấu trúc, cho nên nó kém bền vững, dễ bị phá vỡ; hay nói cách khác, HSTNN là những hệ sinh thái chưa cân bằng. Bởi vậy, các HSTNN được duy trì trong sự tác động thường xuyên của con người để bảo vệ hệ sinh thái mà con người đã tạo ra và cho là hợp lí. Nếu không, qua diễn thế tự nhiên, nó sẽ quay về trạng thái hợp lí của nó trong tự nhiên.

Như vậy, HSTNN cũng sẽ có các thành phần điển hình của một hệ sinh thái như sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ, sinh vật phân huỷ và môi trường vô sinh. Tuy nhiên, với mục đích hàng đầu là tạo ra năng suất kinh tế cao nên đối tượng chính của hệ sinh thái nông nghiệp là các thành phần cây trồng và vật nuôi.

Trong thực tế sản xuất, dựa vào tri thức và vốn đầu tư, con người giữ HSTNN ở mức phù hợp để có thể thu được năng suất cao nhất trong điều kiện cụ thể. Con người càng tác động đẩy HSTNN đến tiếp cận với hệ sinh thái có năng suất kinh tế cao nhất thì lực kéo về mức độ hợp lí của nó trong tự nhiên ngày càng mạnh, năng lượng và vật chất con người dùng để tác động vào hệ sinh thái càng lớn, hiệu quả đầu tư càng thấp.

Thực tế không ở một ranh giới rõ ràng giữa các hệ sinh thái tự nhiên và các HSTNN. Tiêu chuẩn để phân biệt một hệ sinh thái tự nhiên với một hệ sinh thái nhân tạo (HSTNN) là sự can thiệp của con người. Hiện nay con người cũng đã can thiệp vào các hệ sinh thái tự nhiên như rừng, đồng cỏ, ao hồ... để làm tăng năng suất của chúng. Sự can thiệp ấy có lúc đạt đến mức phải đầu tư lao động không kém mức đầu tư trên đồng ruộng, vì vậy rất khó phân biệt một cách rạch ròi giữa một khu rừng tự nhiên có sự điều tiết trong lúc khai thác với một khu rừng trồng, giữa một đồng cỏ tự nhiên có điều tiết với một đồng cỏ trồng, giữa một ao hồ tự nhiên có điều tiết với một ao hồ nhân tạo. Do vậy, giữa các HSTNN có các hệ sinh thái chuyển tiếp.

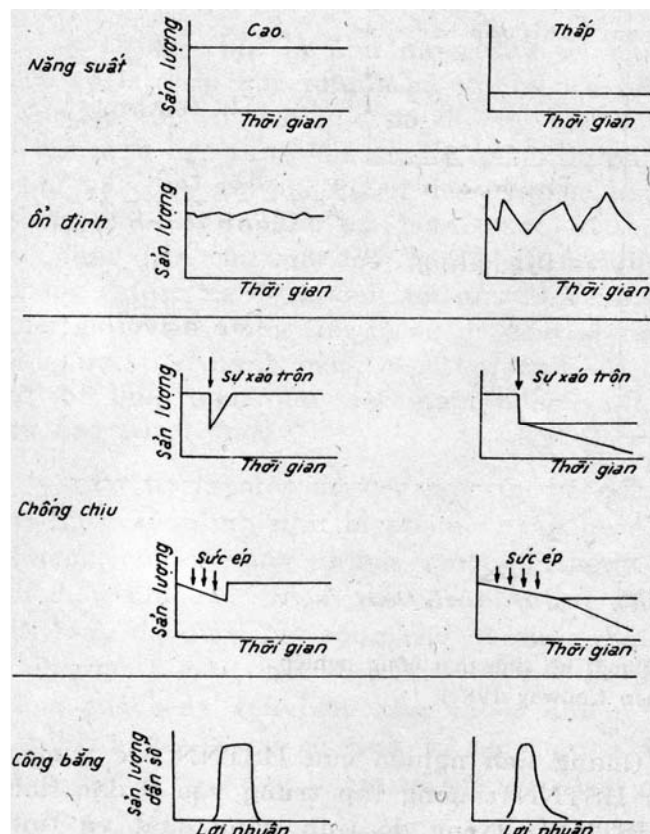
Tuy vậy, giữa các hệ sinh thái tự nhiên và các HSTNN vẫn có những điểm khác nhau cơ bản, nắm được sự khác nhau này mới vận dụng được các kiến thức của Sinh thái học chung vào Sinh thái học NN.

- Các hệ sinh thái tự nhiên có mục đích chủ yếu kéo dài sự sống của các cộng đồng sinh vật sống trong đó. Trái lại, các HSTNN chủ yếu cung cấp cho con người các sản phẩm của cây trồng và vật nuôi. Ở các hệ sinh thái tự nhiên có sự trả lại hầu như hoàn toàn khối lượng chất hữu cơ và chất khoáng trong sinh khối của các vật sống cho đất, chu trình vật chất được khép kín. Ở các HSTNN trong từng thời gian sinh khối của cây trồng và vật nuôi bị lấy đi khỏi hệ sinh thái để cung cấp cho con người ở nơi khác, vì vậy chu trình vật chất ở đây không được khép kín.
- Hệ sinh thái tự nhiên là các hệ sinh thái tự phục hồi và có một quá trình phát triển lịch sử. Trái lại HSTNN là các hệ sinh thái thứ cấp do lao động của con người tạo ra. Thực

ra, các HSTNN cũng có quá trình phát triển lịch sử của chúng trong quá trình phát triển NN. Con người, do kinh nghiệm lâu đời đã tạo nên HSTNN thay chỗ cho hệ sinh thái tự nhiên nhằm đạt năng suất cao hơn. Lao động của con người không phải tạo ra hoàn toàn các HSTNN mà chỉ tạo điều kiện cho các hệ sinh thái này phát triển tốt hơn theo các quy luật tự nhiên của chúng. Hiện nay, con người cũng đã đầu tư vào các hệ sinh thái chuyển tiếp, nhưng ở mức độ thấp hơn các HSTNN. Lao động đầu tư vào các HSTNN có hai loại: lao động sống và lao động quá khứ thông qua các vật tư kỹ thuật như máy móc nông nghiệp, hoá chất nông nghiệp... Vật tư nông nghiệp chính là năng lượng và vật chất được đưa thêm vào chu trình trao đổi của hệ sinh thái để bù vào phần năng lượng, vật chất bị lấy đi.

- Hệ sinh thái tự nhiên (HSTTN) thường phức tạp về thành phần loài. Các HSTNN thường có số lượng loài cây trồng và vật nuôi đơn giản hơn. Trong Sinh thái học, người ta phân ra các hệ sinh thái trẻ và già. Các hệ sinh thái trẻ thường đơn giản hơn về số loài, sinh trưởng mạnh hơn, có năng suất cao hơn. Các hệ sinh thái già thường phức tạp hơn về thành phần loài, sinh trưởng chậm hơn, năng suất thấp hơn nhưng lại ổn định hơn vì có tính chất tự bảo vệ. HSTNN có đặc tính của hệ sinh thái trẻ, do vậy năng suất cao hơn, nhưng lại không ổn định bằng các hệ sinh thái tự nhiên, dễ bị thiên tai hay sâu bệnh phá hoại. Để tăng sự ổn định của các HSTNN, con người phải đầu tư thêm lao động để bảo vệ chúng.

Ngoài các đặc điểm thể hiện sự khác biệt cơ bản giữa HSTTN và HSTNN đề cập ở trên, các nhà khoa học thuộc SUAN (Mạng lưới nghiên cứu HSTNN các trường đại học Đông Nam Á) khi phân tích HSTNN đã đưa ra 6 đặc tính cơ bản của HSTNN. Trong đó tính *năng suất* và tính *bền vững* được chú ý nhiều nhất (xem hình 1-9); tính *ổn định*, tính *tự trị*, tính *công bằng* và tính *hợp tác* cũng là những đặc tính được nhiều người quan tâm (Marten và Rambo, 1988). Hai đặc tính khác thường được đề cập gián tiếp là tính *đa dạng* và tính *thích nghi*.



Hình 1-9. Các tính chất của hệ sinh thái nông nghiệp (Conway, 1985)

a) *Năng suất*: Là sản lượng thực của hàng hoá và các dịch vụ của hệ, như số kg thóc/ha/vụ. Một định nghĩa chính thống khác về năng suất là giá trị thực của sản phẩm trên một đơn vị đầu tư. Thông thường nó được đánh giá bằng sản lượng năm, thực thu, số dư tổng số (*gross margin*). Trong quan niệm của người nông dân, sự khác biệt quan trọng là năng suất trên đơn vị diện tích đối nghịch với năng suất trên đơn vị lao động. Nói chung cần có sự cân nhắc, tính toán giữa việc đạt được năng suất cao trên đơn vị diện tích và năng suất cao trên giờ công lao động.

b) *Ổn định*: Là mức độ duy trì của năng suất trong điều kiện có những dao động nhỏ và bình thường của môi trường. Đặc tính này có thể đánh giá thông qua hệ số nghịch đảo của biến thiên năng suất. Tức là năng suất của hệ được duy trì dù có những dao động với cường độ nhỏ; mức độ biến thiên nhỏ cho thấy tính ổn định cao và ngược lại.

c) *Bền vững*: Là khả năng duy trì năng suất của hệ khi phải chịu những sức ép (*stress*) hay những cú sốc (*shock*). Stress là những sức ép thường lệ, đôi khi liên tục và tích lũy, nó thường nhỏ và có thể dự báo trước; ví dụ như quá trình mặn hoá tăng lên, sự suy giảm độ phì nhiêu của đất, thiếu các giống chống chịu và công nợ của người dân. Ngược lại, shock là những sức ép bất thường, tương đối lớn và khó dự đoán trước; ví dụ như hạn hán và lũ lụt bất thường, sự phát dịch của một loài sâu bệnh mới hoặc một chính biến quan trọng. Tính chống chịu cũng được xem xét như khả năng duy trì năng suất trong một khoảng thời gian kéo dài. Đáng tiếc là sự đo đếm, đánh giá đặc tính này rất khó và thường chỉ được tiến hành bằng cách so sánh với quá khứ. Thiếu tính chống chịu cũng có thể biểu hiện qua việc giảm năng suất, nhưng thường đến đột ngột, không dự báo trước được.

d) *Tự trị*: Là mức độ độc lập của hệ đối với các hệ khác để tồn tại. Tính tự trị được xác định như là phạm vi mà hệ có thể hoạt động được ở mức độ bình thường, chỉ sử dụng những nguồn tài nguyên duy nhất mà qua đó hệ thực hiện sự điều khiển có hiệu quả. Tính tự trị đầu tiên đưa ra như một đặc tính xã hội, sau đó được mở rộng cho hệ sinh thái. Rừng mưa nhiệt đới với chu trình dinh dưỡng gần như khép kín, là một hệ sinh thái có tính tự trị cao; đầm lầy vùng cửa sông ven biển phụ thuộc nhiều vào các dòng dinh dưỡng đổ đến từ các hệ khác, là hệ có tính tự trị thấp. Các HSTNN luôn luôn cần các nguồn dinh dưỡng và năng lượng bổ sung từ bên ngoài vào, nên tính tự trị không cao.

e) *Công bằng*: Là sự đánh giá xem các sản phẩm của HSTNN được phân phối như thế nào giữa những người được hưởng lợi. Tính công bằng có thể được đánh giá bằng phân phối thống kê, hệ số Gini hay đường cong Lorentz.

d) *Hợp tác*: Được xác định như là khả năng đưa ra các quy định về quản lí HSTNN của hệ xã hội và khả năng thực hiện những quy định đó. Tính hợp tác thể hiện tương quan nhiều chiều, trong đó các cộng đồng đều có tính hợp tác cao trong một số hoạt động phù hợp với lợi ích chung của cộng đồng (như làm hệ thống thủy lợi). Nhìn chung tính hợp tác được duy trì thông qua các tổ chức chính thức như hợp tác xã hoặc thông qua nguyên tắc tín ngưỡng và tập quán địa phương. Các tổ chức, tập quán và nguyên tắc đó thường mang tính lí tưởng hoá hơn là tính khả thi.

Hai đặc tính khác ngày càng được quan tâm là tính *đa dạng* và tính *thích nghi*. Đa dạng là số lượng các loài hay giống khác nhau trong thành phần của hệ. Nhiều nhà Sinh thái học cho rằng tính đa dạng cao góp phần vào tạo ra tính ổn định cao của hệ sinh thái, nhưng hiện nay quan niệm này đang bị nghi ngờ. Tuy nhiên, trên quan điểm quản lí tài nguyên, tính đa dạng là một chỉ tiêu quan trọng, cho phép hạn chế rủi ro cho người nông dân và duy trì được chế độ tự túc ở mức tối thiểu khi nhiều hoạt động của họ bị thất bại. Tính thích nghi liên quan tới khả năng phản ứng của hệ với những thay đổi môi trường nhằm đảm bảo sự tồn tại liên tục cho hệ. Hiển nhiên nó có liên quan chặt chẽ với các khái niệm về tính ổn định và tính chống chịu. Sự thích nghi đảm bảo cho HSTNN có khả năng phản ứng lại những nhiễu loạn bằng

cách giữ cho hệ hoạt động và cho năng suất ở mức chấp nhận được. Tuy nhiên, tính thích nghi không đồng nhất với tính chống chịu. Một hệ có tính chống chịu cao trong một môi trường ổn định, nhưng lại thiếu khả năng biến đổi. Điều này khiến cho tính đa dạng là một yếu tố quan trọng trong tính thích nghi; tính đa dạng cung cấp một biên độ lựa chọn lớn để thay đổi cho phù hợp khi cần thiết.

Conway (1985) và Trần Đức Viên (1998) cho rằng các HSTNN thường không đạt được mức độ cao ở mọi đặc tính, gắng đạt tối đa các đặc tính này thì lại kéo theo mức độ thấp hơn ở đặc tính kia. Các đặc tính của HSTNN được quyết định bởi điều kiện hình thành và có thể thay đổi hệ sinh thái bằng cách thay đổi các điều kiện môi trường, nghĩa là có thể tạo điều kiện sinh thái theo mong muốn của con người (Bảng 1-1; 1-2).

Các đặc tính nêu trên là những chỉ tiêu chính dùng để đánh giá một HSTNN. Về thực chất, bản thân các chỉ tiêu này không đặc trưng cho mục tiêu hay kết quả đúng như mong muốn. Năng suất cao không phải lúc nào cũng tốt hơn năng suất thấp; tính tự trị cao cũng chưa hẳn là luôn luôn tốt hơn tính tự trị thấp. Các mục tiêu của từng HSTNN là do con người áp đặt theo khái niệm của các giá trị văn hoá và sự nhận thức về quyền lợi cá nhân hay quyền lợi cộng đồng.

Bảng 1-1. Phát triển nông nghiệp là hàm số của các đặc tính hệ sinh thái nông nghiệp

Chỉ tiêu	Năng suất	Ổn định	Bền Vững	Công bằng
A. Nuôi rẫy	Thấp	Thấp	Cao	Cao
B. Canh tác truyền thống	Trung bình	Trung bình	Cao	Trung bình
C. Cải tiến (cây trồng NS cao)	Cao	Thấp	Thấp	Thấp
D. Cải tiến (cây trồng NS cao + Cây họ đậu)	Cao	Cao	Thấp	Trung bình
E. Hệ lý tưởng? (đất tốt)	Cao	Trung bình	Cao	Cao
F. Hệ lý tưởng? (đất xấu)	Trung bình	Cao	Cao	Cao

Nguồn: Conway, 1985.

Bảng 2-2. Đánh giá các tính chất HSTNN Trung du miền Bắc Việt Nam
(Nguồn: Lê Trọng Cúc và Rambo, 1990)

Chỉ tiêu	Năng suất	Ổn định	Chống chịu	Tự trị	Hợp tác	Công bằng
Lúa nước	Đơn vị diện tích cao, đơn vị lao động thấp	Trung bình	Cao	Trung bình	Cao	Trung bình
	Sức kéo trâu bò, lao động, phân hoá học, hữu cơ	Lũ lụt, hạn hán, sâu bệnh	Duy trì độ phì nhiêu của đất, độc tố nhôm, sự kháng thuốc của côn trùng	Sự phụ thuộc vào phân hoá học và thuốc trừ sâu, giống mới	Quản lý thủy lợi, bố trí thời vụ của hợp tác xã	Các diện tích khác nhau phân bổ cho các gia đình
Vườn nhà	Đơn vị diện tích trung bình, đơn vị lao động cao	Cao	Cao	Cao	Thấp	Cao trung bình
	Cung cấp đủ phân chuồng và phân hoá học	Hệ đa canh và di truyền cao	Chu trình dinh dưỡng, tốc độ xói mòn thấp	Sản phẩm sơ cấp cho sự tiêu thụ của gia đình, nhu cầu ngoài vào ít	Hộ gia đình quản lý	Chỉ có một số gia đình có chỗ thích hợp để làm ao cá
Vườn chè	Đơn vị diện tích trung bình, đơn vị lao động cao	Cao	Trung bình	Thấp	Thấp	Thấp
	Thu hái là lao động nặng nhọc vào ban ngày	Kháng thuốc cao	Xói mòn thấp, cần cung cấp thêm dinh dưỡng khi thu hái	Sản phẩm thu hoạch phụ thuộc vào thị trường ngoài	Hộ gia đình quản lý	Giá đầu tư cơ bản kiến thiết đồi chè cao
Đồi sản	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động cao	Cao	Thấp	Cao	Thấp	Cao
	Cho sản lượng cao trên đất tốt, đất đồi xói mòn	Ít có vấn đề sâu bệnh, sản lượng ổn định, dao động ít	Tốc độ xói mòn cao	Sản phẩm tự cấp không đầu tư bên ngoài	Hộ gia đình quản lý, xói mòn đất có thể huỷ hoại ruộng lúa của hộ gia đình khác	Có thể trồng trên đất hoang không cần dụng cụ hoặc đầu tư đặc biệt

Đồi cộ	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động cao	Cao	Cao	Thấp	Thấp	Thấp
		Cây lâu năm	Xói mòn làm giảm chất dinh dưỡng	Sản phẩm hạn chế thị trường	Hộ gia đình quản lí	Chỉ có một số hộ gia đình có đất trồng cộ thích hợp
Cây nguyên liệu giấy	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động cao	Cao	Trung bình	Thấp	Thấp	Thấp
	Công lao động chính là công trồng	Cây chịu hạn và sâu bệnh một khi đòi trồng	Suy yếu dinh dưỡng lâu dài do khai thác xuất khẩu	Sản phẩm bán với giá thấp cho người mua độc quyền	Hộ gia đình quản lí, cần nhiều hoá chất có khi làm ảnh hưởng mùa màng nhà bên cạnh	Chỉ có một số hộ gia đình có đủ đất và lao động để trồng cây
Chăn nuôi gia súc	Đơn vị diện tích thấp, đơn vị lao động trung bình	Thấp	Trung bình	Trung bình	Thấp	Thấp
	Thu lượm thức ăn và chăm sóc trâu bò là công việc nặng nhọc ở nơi đất đai hạn chế	Nguy cơ đối với bệnh tật và thiếu thức ăn cao	Chăn thả quá mức làm giảm nguồn thức ăn, tăng xói mòn	Cần tiêm phòng và dịch vụ thú y	Phá hoại ruộng hàng xóm, cạnh tranh với tài nguyên xã hội chung	Chỉ có những hộ khá giả mới có khả năng đầu tư, gặp rủi ro khác

3.3 Ý nghĩa của quan niệm hệ thống trong sản xuất nông nghiệp

Triết học duy vật đã chỉ ra rằng để nghiên cứu một hiện tượng hay một sự vật ta phải xem xét nó trong mối quan hệ với các hiện tượng khác vì mọi hiện tượng đều có mối quan hệ hữu cơ với nhau. Mặt khác mỗi hiện tượng đều luôn nằm trong trạng thái biến đổi và phát triển mà nguồn gốc và động lực chủ yếu của hiện tượng đó nằm trong bản thân sự vật, vì vậy việc nghiên cứu một sự vật phải xem lý thuyết hệ thống là nền tảng của phương pháp luận. Từ khái niệm về hệ thống, hàng loạt chỉ số môi trường trong nông nghiệp được xây dựng lên nhằm đánh giá hiện trạng của hệ thống và chất lượng môi trường của hệ thống.

IV Hệ thống môi trường

4.1 Khái niệm về môi trường

Hiện nay có rất nhiều khái niệm về môi trường. Theo nghĩa rộng môi trường là tập hợp tất cả các điều kiện bên ngoài có ảnh hưởng đến một vật thể hay một sự kiện (Cao Liêm và Trần Đức Viên, 1990). Bất cứ một vật thể, một sự kiện, hay một cơ thể nào cũng tồn tại và biến đổi trong một môi trường nhất định.

Theo Điều 1, Luật Bảo vệ môi trường năm 1993 của nước ta: *Môi trường bao gồm các yếu tố tự nhiên và yếu tố vật chất nhân tạo quan hệ mật thiết với nhau, bao quanh con người, có ảnh hưởng tới đời sống, sản xuất, sự tồn tại, phát triển của con người và thiên nhiên.*

Tuy nhiên, dưới góc độ của công tác Đánh giá Tác động Môi trường, nên sử dụng khái niệm sau đây về môi trường (theo Nguyễn Khắc Kinh, 2000):

“Môi trường có tập hợp của tất cả các nhân tố, các thành phần vật chất tự nhiên và nhân tạo, các quá trình vật lý, hoá học, cơ học, sinh học và các quá trình khác được phát sinh, tồn tại và phát triển trong các quyển môi trường (Địa quyển, Thủy quyển, Khí quyển, Sinh quyển và Nhân sinh quyển), và có quan hệ mật thiết với nhau, có mối tác động qua lại lẫn nhau, trong đó con người và các hoạt động của con người giữ vai trò quyết định.”

Trong khuôn khổ cuốn sách này, chúng tôi muốn đề cập đến môi trường nông nghiệp. Đối với cây trồng trên đồng ruộng, môi trường sống bao gồm: (i) môi trường tự nhiên (đất, nước, không khí, ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm, vi sinh vật, côn trùng,...); (ii) môi trường nhân tạo (được tạo ra bởi con người từ khâu làm đất, tưới tiêu, bón phân, làm cỏ, v.v.). Như vậy, cây trồng trên đồng ruộng phải chịu tác động của tổ hợp nhiều yếu tố phức tạp và sự tác động qua lại của các nhân tố này tạo nên hệ thống môi trường trên đồng ruộng. Tuy nhiên, trong thực tiễn sản xuất người ta thường đúc kết các biện pháp điều khiển môi trường trên đồng ruộng theo ca dao tục ngữ cho dễ áp dụng như “Nhất nước, nhì phân, tam cần tứ giống” hay “khoai đất lạ, mạ đất quen”. Trong sản xuất nông nghiệp, người ta có thể dự đoán xu hướng dịch bệnh và năng suất của cây trồng thông qua các diễn biến về thời tiết.

Vai trò của môi trường trong nông nghiệp bao gồm: (i) Vật mang; (ii) nơi cư trú; (iii) nơi chứa và phân huỷ chất thải; (iv) thông tin.

4.2 Chỉ thị môi trường (environmental indicators)

Chỉ thị môi trường là những đại lượng biểu hiện các đặc trưng của môi trường đó tại một trạng thái xác định. Trong một số trường hợp, người ta sử dụng thuật ngữ chỉ tiêu môi trường có ý nghĩa tương đương với chỉ thị môi trường.

Tại sao cần thiết phải sử dụng các chỉ thị môi trường trong nông nghiệp?

Tất cả các hoạt động của con người đều nhằm mục đích đáp ứng nhu cầu về lương thực, thực phẩm, văn hoá và tinh thần. Các thông tin được cung cấp bởi các chỉ số được sử dụng để quản lý nền kinh tế đạt được các tiêu chí kinh tế đề ra.

Tuy nhiên, sự giàu có về mặt kinh tế chỉ là một khía cạnh của sự thịnh vượng; tài sản xã hội cũng như môi trường là những vấn đề cốt yếu, ngay cả ở trong lĩnh vực nông nghiệp. Thật sự không may là các chỉ số kinh tế thông dụng như tổng thu nhập quốc nội (GDP) không đo lường gì đến các vấn đề môi trường, đa dạng sinh học, tài nguyên đất và nước. Các nhà hoạch định chính sách phải nhận thức được rằng một số chương trình phát triển kinh tế ngắn hạn có thể phải trả giá cho các sự cố về môi trường trong một thời gian dài.

Sự hẫng hụt thông tin môi trường như vậy đã được thừa nhận và người ta đang nỗ lực tìm kiếm các giải pháp cho vấn đề trên. Ví dụ: năm 2000 chính phủ Canada đã chi khoảng 9 triệu đô la để hỗ trợ cho các hoạt động phát triển các chỉ số môi trường. Các nhà khoa học tin

tưởng rằng trong những năm tới đây các chỉ số môi trường sẽ có tác dụng mạnh mẽ đến quá trình hoạch định chính sách phát triển.

Các thông số môi trường nông nghiệp

Trong lĩnh vực sản xuất nông nghiệp, Bộ nông nghiệp và thực phẩm Canada (AAFC) đã bắt tay vào xây dựng các chỉ số môi trường từ những năm 1993. Các thông số môi trường nông nghiệp (Agri-environmental indicators) là các chỉ số có thể xác định được (đo, đếm) về các điều kiện môi trường cơ bản, rủi ro và những thay đổi do sản xuất nông nghiệp gây ra. Các chỉ số môi trường nông nghiệp được xây dựng trên những quy tắc cơ bản của từng Quốc gia và có mức độ điều chỉnh nhất định cho từng khu vực cụ thể phụ thuộc vào cảnh quan và đặc thù sản xuất nông nghiệp của từng vùng.

Mục đích tổng quát của các chỉ số môi trường là cung cấp các thông tin cơ bản về các vấn đề môi trường trong nông nghiệp. Ví dụ: các chỉ số môi trường trong nông nghiệp Canada được chia ra làm 6 lĩnh vực: Quản lý môi trường trang trại, chất lượng nước, chất lượng đất, sự phát thải khí hiệu ứng nhà kính, đa dạng sinh học trong nông nghiệp và mức độ thâm canh trong nông nghiệp. Các chỉ số môi trường có những lợi ích như sau:

- Các chỉ số môi trường giúp cho các nhà hoạch định chính sách và những người trực tiếp sản xuất nắm được thực trạng môi trường trong lĩnh vực nông nghiệp;
- Dựa vào các chỉ số này, người ta có thể nắm được các diễn biến trong lĩnh vực sản xuất nông nghiệp trong quá trình phát triển và việc ứng dụng các công nghệ thân thiện môi trường;
- Các chỉ số môi trường hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách xây dựng các chiến lược và hành động cụ thể trong các lĩnh vực có những dấu hiệu rủi ro về môi trường hoặc suy thoái về tài nguyên;
- Các nhà phân tích và quan trắc môi trường sẽ dựa vào các chỉ số môi trường để tìm hiểu và đánh giá tác động môi trường của chính sách và các chương trình, dự án phát triển trong lĩnh vực nông nghiệp.

Những kết quả nghiên cứu cơ bản về môi trường nông nghiệp

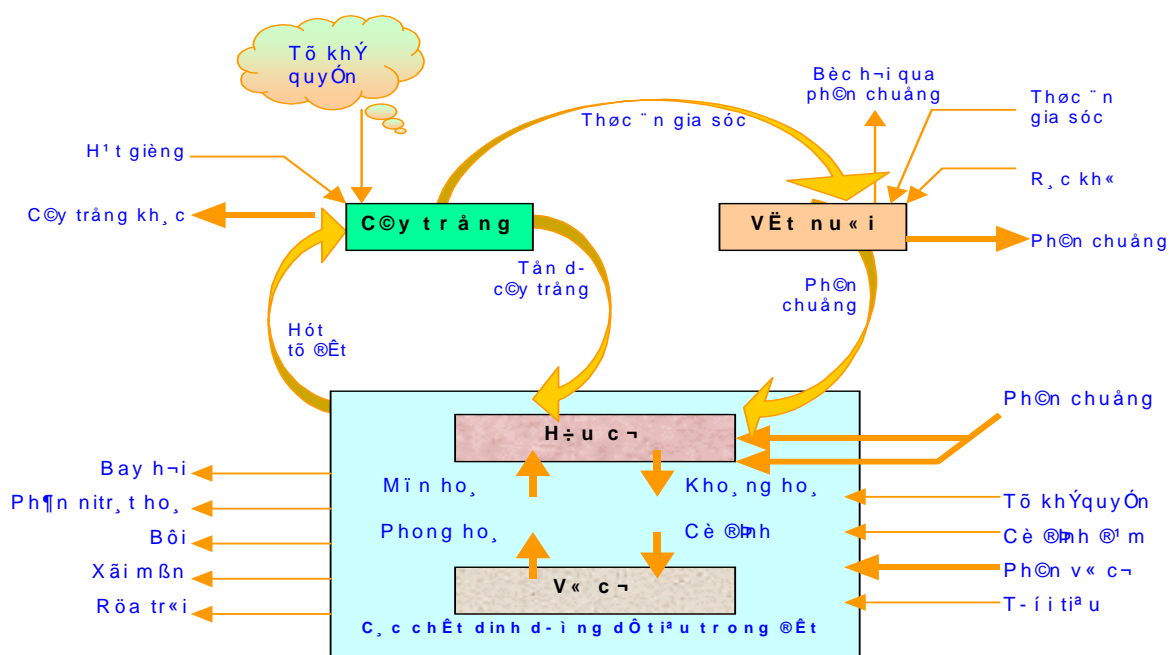
Tại Canada, 2 chủ đề được đặt ra nhằm điều chỉnh thực trạng môi trường sản xuất nông nghiệp từ năm 1981 đến năm 1996: làm thế nào để nông nghiệp bảo tồn được tài nguyên thiên nhiên sử dụng cho mục đích sản xuất và hệ thống nông nghiệp phải gần gũi và khăng khít với hệ thống tự nhiên và các quá trình xảy ra ở trong tự nhiên. Trên nền tảng bảo vệ tài nguyên, các chỉ số cho thấy quản lý đất đai đã có tiến bộ vượt bậc. Mặt khác, kết quả còn không rõ ràng khi đề cập đến tính hợp nhất giữa hệ thống nông nghiệp và hệ thống tự nhiên. Rủi ro môi trường tăng đột biến ở một số nơi và điều kiện môi trường đôi lúc bị xấu đi do quá trình thâm canh cây trồng tại một số khu vực bị hạn chế bởi các điều kiện đất đai, khí hậu và trồng trọt. Các kết luận cụ thể tại bản báo cáo của Bộ nông nghiệp Canada có thể tóm lược như sau:

- Việc quản lý đất nông nghiệp đã có nhiều tiến bộ đáng kể đặc biệt là đẩy lùi gần như hoàn toàn quá trình suy thoái đất;
- Nhìn chung, việc sử dụng phân bón và quản lý dịch hại không có vấn đề nổi cộm, mặc dù sự cải thiện chúng đã được đặt ra, đặc biệt trong lĩnh vực quản lý phân bón;
- Rủi ro do ô nhiễm đạm ở môi trường nước tăng cao ở những nơi có khí hậu ẩm do việc đẩy mạnh quá trình chăn nuôi;
- Có triệu chứng gia tăng phát thải khí hiệu ứng nhà kính, đặc biệt từ năm 1991-1996 (Khí phát thải CO₂ giảm, NO_x tăng, khí CH₄ phát thải với liều lượng không đổi).

4.3 Trao đổi vật chất trong các hệ sinh thái đồng ruộng

Chu trình trao đổi vật chất trong các HSTNN cũng tuân theo định luật bảo toàn vật chất giống như các hệ sinh thái khác. Tuy nhiên, HSTNN có những đặc trưng riêng mà nổi bật nhất là dòng vật chất không khép kín. Chu trình sinh địa hoá có dòng vật chất di chuyển từ cây trồng sang vật nuôi và tương tác qua lại với động thực vật hoang dại. Một phần vật chất tạo ra trong quá trình trao đổi vật chất, đó là năng suất, được chuyển đến các hệ sinh thái khác.

Hình 1-10. Chu trình dinh dưỡng trong HSTNN (Nguồn: Tivy, 1987)



Bảng 1-3. Lượng chất dinh dưỡng do cây trồng hút từ đất
(Basilevic, Rodin 1969; Đào Thế Tuấn 1984)

Cây trồng	Năng suất Kinh tế (t/ha)	Hệ số kinh tế	Lượng chất dinh dưỡng hút (kg/ha)						
			N	P	K	Ca	Mg	S	Si
Lúa IR8	8,7	0,49	164	50	309	27	351	58	87
Lúa Peta	6,1	0,33	143	34	308	30	32	17	1017
Lúa mì	5,4	0,45	208	27	150	-	24	20	-
Ngô	5,0	0,30	269	49	223	23	50	30	-
Lúa miến	4,5	0,50	90	22	93	-	22	19	-
Mía	10,0	-	201	38	284	-	50	43	-
Đậu tương	2,0	0,34	138	16	67	-	13	12	-
Lạc	3,0	0,57	145	10	45	30	27	9	-
Bông	4,2	0,41	196	21	181	-	-	-	-
Khoai tây	40	0,71	178	35	337	52	23	27	-
Khoai lang	27	-	115	20	195	-	11	-	-
Sắn	40	-	253	27	247	30	17	-	-
Chuối	45	-	75	22	224	-	-	-	-
Dừa	1,3	-	62	17	56	-	-	-	-
Cọ dầu	2,5	-	162	30	217	-	-	-	-
Cao su	1,1	-	85	12	38	22	18	-	-
Rừng ôn đới	17	-	96	7	58	76	14	37	-
Rừng nhiệt đới	21,5	-	130	8	68	168	24	-	-

Ngoài ra, xem xét chu trình của từng nguyên tố riêng rẽ trong HSTNN cũng có những đặc điểm riêng. Ví dụ, cây trồng khác với cây hoang dại là hút nhiều kali từ đất hơn canxi và sự hút lân cao hơn ở các hệ sinh thái tự nhiên (Duvignaud, 1980).

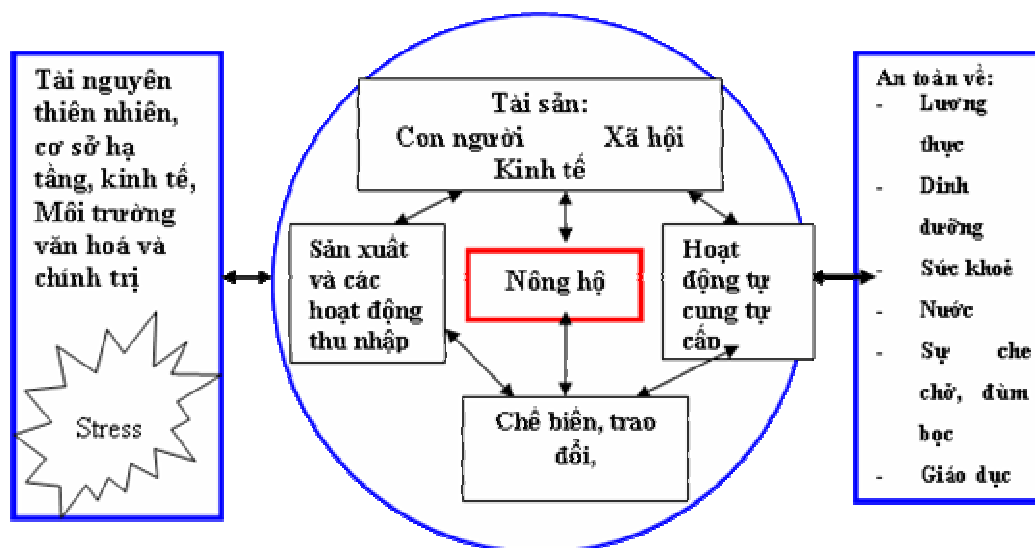
So sánh lượng chất dinh dưỡng do 1 ha cây trồng hấp thụ lớn hơn nhiều so với các hệ sinh thái tự nhiên có năng suất cao. Ở cây lâu năm, lượng đạm hút ít hơn ở rừng, nhưng lượng lân và kali cao hơn nhiều.

Ở các hệ sinh thái tự nhiên, chất dinh dưỡng trong năng suất hàng năm chủ yếu do việc sử dụng lại lượng cành lá rụng xuống đất. Ở các HSTNN, một số lượng lớn các chất dinh dưỡng được bổ sung thêm dưới dạng phân bón.

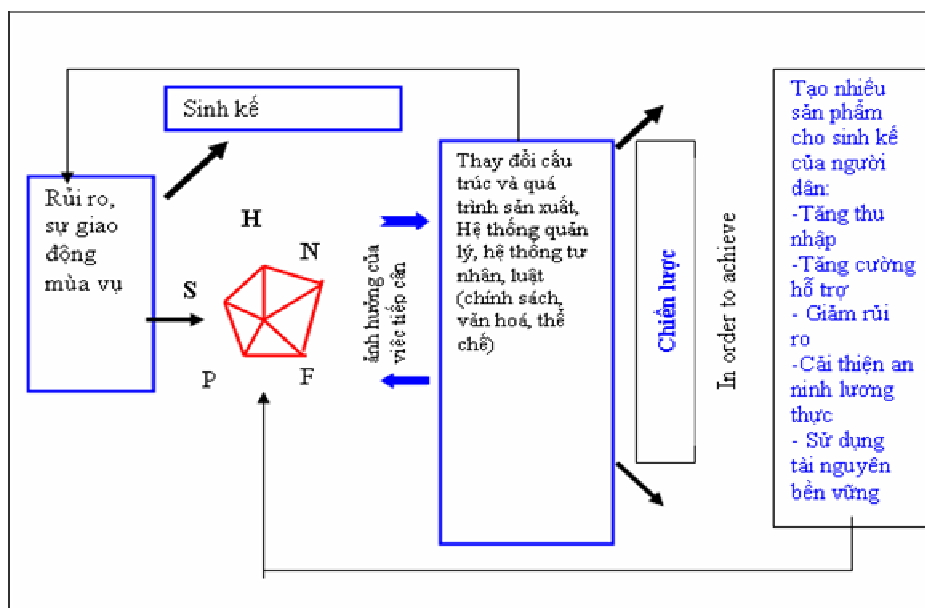
V. Một số phương pháp tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu hệ thống môi trường trong nông nghiệp

5.1 Phương pháp tiếp cận sinh kế

Trong thực tiễn có rất nhiều phương thức tiếp cận tìm hiểu các phương thức sản xuất nông nghiệp và sinh kế của người dân. Phần này chỉ giới thiệu một số phương thức tiếp cận do các tổ chức phát triển, ngân hàng thế giới và các tổ chức tài trợ.



Hình 1-11. Mô hình tiếp cận của CARE trong đánh giá sinh kế bền vững của người dân



Hình 1-12. Khung đánh giá về sinh kế bền vững của DFID

5.2 Phương pháp tiếp cận sinh thái nhân văn

Tập trung vào các khía cạnh xã hội và tự nhiên, sự tương tác giữa chúng trong toàn bộ hệ thống sinh thái học (ecology), sinh thái nhân chủng học (ethnoecology), thổ nhưỡng (Soil science), nông học (Agronomy), kinh tế (Economic), xã hội (Social)..vv: PRA, RRA, SA. Tập trung vào sự thích nghi của con người với môi trường.

5.3 Tiếp cận nghiên cứu hệ thống nông nghiệp

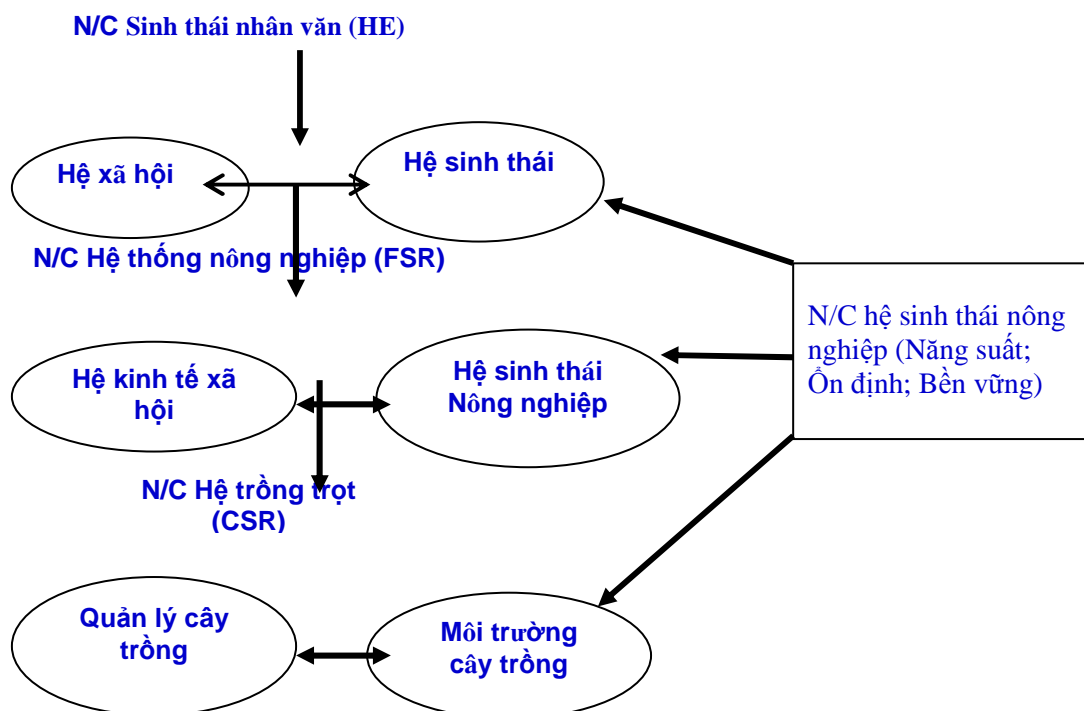
Mạng lưới sinh thái nông nghiệp giữa các trường Đại học thuộc khối Đông Nam Á (SUAN) có nhiều nghiên cứu về phát triển hệ thống canh tác ở các nước Đông Nam Á. Sau đây là một số khái niệm cơ bản:

Định nghĩa về nghiên cứu hệ thống canh tác:

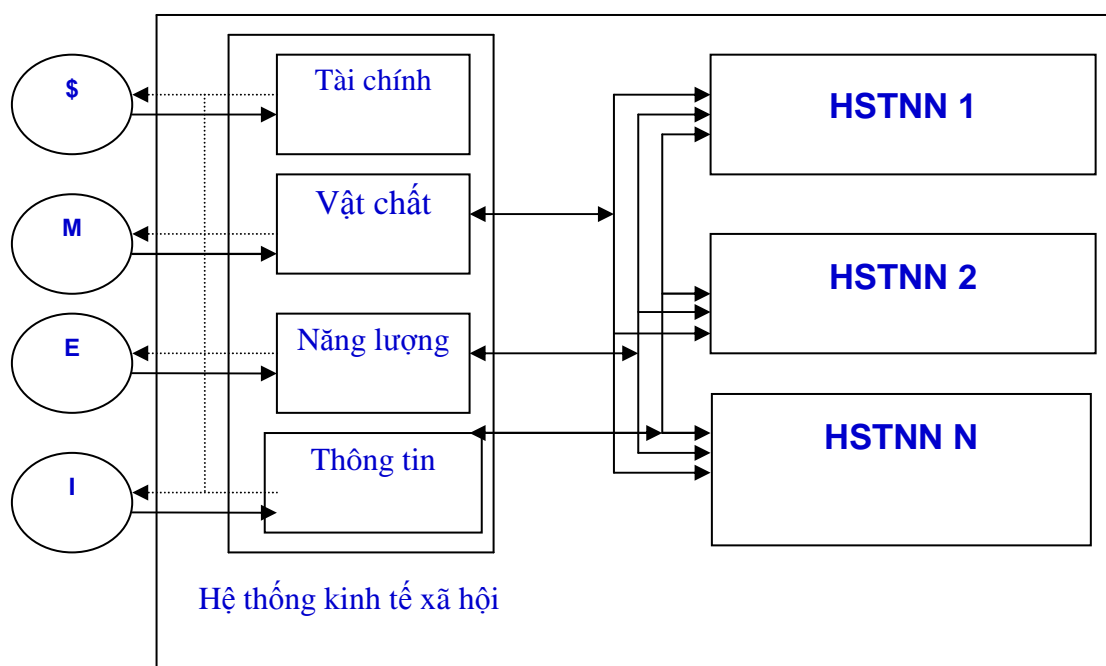
“Phương thức tiếp cận để nghiên cứu và phát triển nông nghiệp dựa trên quan điểm toàn bộ hệ thống canh tác trang trại/nông hộ là một hệ thống thống nhất và nó tập trung vào: Mỗi ràng buộc giữa các thành phần trong hệ thống dưới sự kiểm soát và quản lý của các nông hộ. Những thành phần của hệ thống tương tác với các nhân tố vật lý, sinh học và kinh tế - xã hội nằm ngoài sự kiểm soát của nông hộ”. (Shaner và cộng sự, 1982)

Mục đích của nghiên cứu hệ thống canh tác:

Mục đích chính của nghiên cứu hệ thống canh tác là để xác định và đề xuất các công nghệ/kỹ thuật canh tác phù hợp cho người dân dựa trên những hiểu biết kỹ lưỡng về địa bàn bao gồm điều kiện tự nhiên, văn hoá, thị trường và khả năng quản lý sản xuất của người dân, các mối tác động từ môi trường bên ngoài đến quyết định của người nông dân (Hình 1-13; 1-14).



Hình 1-13. Phân loại các phương pháp tiếp cận hệ thống trong nông nghiệp (Nguồn: Gibbs và Christopher, 1985)



Hình 1-14. Các dòng năng lượng (E), vật chất (M), tài chính (\$), thông tin (I) xâm nhập vào hệ thống canh tác do nông hộ quản lý

Đặc thù của nghiên cứu hệ thống canh tác/hệ sinh thái nông nghiệp

- Hướng tới đối tượng là người nông dân;
- Có sự tham gia của người dân;
- Tiếp cận hệ thống (định hướng);
- Chỉ ra vấn đề, độ dao động và mối liên quan giữa các thành phần trong hệ thống;

- Liên ngành/đa ngành;
- Hoàn thiện chứ không phải thay thế các phương pháp đã có từ trước trong nghiên cứu nông nghiệp;
- Đặc thù cho từng vị trí và nhóm mục tiêu;
- Hướng tới nông hộ;
- Tiếp thu phản hồi từ người dân.

Các giai đoạn cơ bản trong nghiên cứu hệ thống canh tác và khuyến nông

- Các giai đoạn cơ bản trong nghiên cứu hệ thống canh tác và khuyến nông bao gồm:
- Giai đoạn điều tra/khảo sát/chuẩn đoán các thuận lợi và khó khăn của địa bàn nghiên cứu;
 - Thiết kế và lên kế hoạch hành động;
 - Thử nghiệm trên đồng ruộng;
 - Khuyến nông (mở rộng sản xuất).

VI. Phân tích hệ thống môi trường

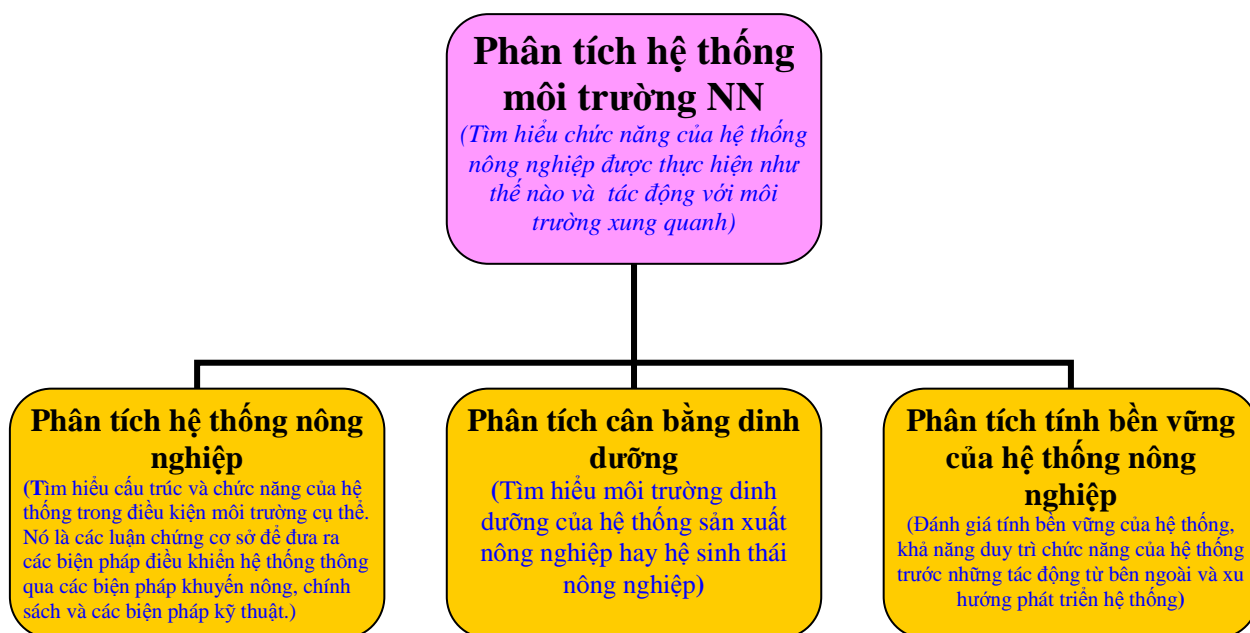
Nhân loại đang đứng trước những thử thách vô cùng lớn lao về các vấn đề môi trường. Dân số tăng nhanh với tốc độ chóng mặt kéo theo sự gia tăng các nhu cầu về vật chất đã làm cho sức ép môi trường ngày một gia tăng. Trong thực tiễn sản xuất, nhiều quy trình công nghệ không đảm bảo tiện ích cho người sử dụng, tổn nhiên liệu và làm tổn hại đến môi trường. Đồng thời các nhân tố môi trường luôn luôn thay đổi làm cho các quy trình kỹ thuật luôn luôn bị lạc hậu nếu không có sự cải tiến kịp thời. Những nghiên cứu chuyên sâu về kỹ thuật kết hợp với phản hồi từ nhà sản xuất và các đánh giá tác động môi trường sẽ đưa ra những thông tin cần thiết để các nhà hoạch định chính sách cũng như nhà thiết kế thay đổi và cải tiến quy trình công nghệ.

Phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp và quản lý môi trường

Phân tích hệ thống môi trường luôn luôn dựa trên nền tảng hệ thống kinh tế, xã hội, kỹ thuật và sinh thái nhằm phát triển và sử dụng các phương pháp tiếp cận đánh giá môi trường của các hoạt động của con người, quá trình sản xuất và các sản phẩm.

Hay nói một cách khác, *phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp là nhằm tìm hiểu chức năng của hệ thống nông nghiệp được thực hiện như thế nào và nó có tác động như thế nào đối với môi trường xung quanh*. Kết quả nghiên cứu sẽ được sử dụng trong quá trình ra quyết định hoặc quy hoạch cho phát triển bền vững ở các cấp độ quốc gia, cộng đồng, tổ chức và cá nhân.

Phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp là một môn học tìm hiểu các giải pháp cho các vấn đề môi trường từ góc độ hệ thống cung ứng kỹ thuật. Chúng ta muốn tìm kiếm các giải pháp kỹ thuật bền vững hơn hẳn những cái chúng ta đã có của ngày hôm nay (xem hình 1-15). Đồng thời chúng ta cũng cần phải tìm con đường thay đổi các hệ thống kỹ thuật đó nhằm sử dụng tài nguyên một cách tiết kiệm và hạn chế suy thoái môi trường. Do vậy, môn học này có quan hệ chặt chẽ đến các môn học thuộc cả lĩnh vực tự nhiên và xã hội.



Hình 1-15. Phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp và các hợp phần

Phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp đòi hỏi tiếp cận đa ngành và liên ngành thể hiện ở thành phần các nhà nghiên cứu và các nội dung tiếp cận (kinh tế, kỹ thuật, xã hội, môi trường). Tuy nhiên, sự bình đẳng trong việc chia sẻ thông tin và quan điểm giữa các nhà khoa học thuộc các lĩnh vực khác nhau phải được thiết lập một cách rõ ràng. Thông thường chủ trì quá trình phân tích là nhà khoa học có kinh nghiệm về hệ thống canh tác và có kiến thức tương đối rộng với các ngành khác.

Trong lĩnh vực quản lý môi trường, các nghiên cứu tập trung về vấn đề “làm thế nào và tại sao phải kiểm soát được các vấn đề môi trường trong các lĩnh vực của cuộc sống. Mục đích nghiên cứu nhằm xây dựng các phương pháp và mô hình theo hướng tiếp cận hệ thống trong các lĩnh vực của cuộc sống.

Như vậy, phân tích hệ thống môi trường trong nông nghiệp thường được áp dụng theo 3 hướng chính: (i) phân tích hệ sinh thái nông nghiệp; (ii) phân tích cân bằng dinh dưỡng; và (iii) phân tích tính bền vững của hệ thống nông nghiệp (Hình: 2-6).

Phân tích hệ sinh thái nông nghiệp

Phân tích hệ sinh thái nông nghiệp được Conway (1985) đề xuất và nó được ứng dụng hiệu quả trong các trường Đại học thuộc mạng lưới Đông Nam Á (SUAN) vào những năm 1980. Mục đích của phân tích hệ sinh thái nông nghiệp là phát hiện và tìm ra các hạn chế và tiềm năng của HSTNN từ đó đưa ra các giải pháp cụ thể nhằm cải thiện các đặc tính và môi trường của hệ thống. Nó là các luận chứng cơ sở để đưa ra các biện pháp điều khiển hệ thống thông qua các biện pháp khuyến nông, chính sách và các biện pháp kỹ thuật.

Phân tích cân bằng dinh dưỡng

Phân tích cân bằng dinh dưỡng được Smaling và ctv (1999) xây dựng và phát triển hoàn thiện từ các nghiên cứu ở Châu Phi vào cuối 1980. Mục đích của phương pháp này

nhằm tìm hiểu môi trường dinh dưỡng của hệ thống sản xuất nông nghiệp hay hệ sinh thái nông nghiệp. Kết quả nghiên cứu cho biết tác động của con người đến khả năng duy trì sức sản xuất của đất. Tác động của con người có thể làm hệ thống môi trường dinh dưỡng đất được cải thiện hoặc làm suy thoái đất.

Phân tích nông nghiệp bền vững

Phân tích nhằm đánh giá tính bền vững của hệ thống, khả năng duy trì chức năng của hệ thống trước những tác động từ bên ngoài và xu hướng phát triển hệ thống. Nhiều nhà nghiên cứu còn sử dụng phương pháp phân tích hệ sinh thái nông nghiệp (Conway, 1985; Nguyễn Thanh Lâm và ctv, 2004; Rambo, 2002; hoặc sử dụng phương pháp phân tích cân bằng dinh dưỡng để đánh giá tính bền vững của hệ thống (Trần Đức Viên, 1998; Nguyễn Thanh Lâm và ctv, 2005; Nguyễn Thanh Lâm và Trần Đức Viên, 2006).

Đánh giá tác động môi trường và phân tích hệ thống môi trường

Mỗi một hoạt động của con người đều có tác động đến môi trường xung quanh theo chiều hướng thuận lợi hoặc không thuận lợi cho đời sống và sự phát triển của con người. Sự phát triển của kỹ thuật nông nghiệp, thủ công nghiệp rồi công nghiệp trong nhiều thế kỷ qua đã làm cho tác động của con người đối với môi trường ngày càng tăng lên. Cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật và những diễn biến kinh tế - xã hội mang tính toàn cầu trong những thập kỷ vừa qua đã tăng thêm một bước ảnh hưởng rộng lớn, sâu sắc, cơ bản tới các điều kiện thiên nhiên và môi trường.

Đánh giá tác động môi trường (ĐTM) là một cách tiếp cận mới trong quản lý môi trường được các nhà môi trường trên thế giới đưa ra trong những năm của thập kỷ 70 gần đây. Đến nay, ĐTM đã có những bước phát triển đáng kể và đã trở thành một bộ môn khoa học riêng được nhiều người quan tâm nghiên cứu để tiếp tục phát triển và hoàn thiện. Dưới các góc độ khác nhau, người ta đã đưa ra các khái niệm, định nghĩa khác nhau về ĐTM. Cho đến nay có khá nhiều khái niệm, định nghĩa khác nhau về ĐTM và nhìn chung đều cho rằng ĐTM là một công cụ bảo vệ môi trường áp dụng cho giai đoạn xem xét, phê duyệt một dự án phát triển.

Do có những nét đặc thù ở Việt Nam, nên Luật Bảo vệ môi trường được Quốc hội Nước CHXHCN Việt Nam thông qua ngày 27 tháng 12 năm 1993 đã đưa ra định nghĩa riêng về ĐTM như sau: *“Đánh giá tác động môi trường là quá trình phân tích, đánh giá, dự báo ảnh hưởng đến môi trường của các dự án, quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội của các cơ sở sản xuất, kinh doanh, công trình kinh tế, khoa học-kỹ thuật, y tế, văn hoá, xã hội, an ninh, quốc phòng và các công trình khác, đề xuất các giải pháp thích hợp về bảo vệ môi trường”*. Khái niệm về ĐTM theo định nghĩa này có khác với những khái niệm thông thường của Thế giới ở chỗ: ĐTM áp dụng cho cả các cơ sở đang hoạt động chứ không chỉ riêng cho dự án. Điều này thể hiện rất rõ trong Luật Bảo vệ môi trường, tức là: Điều 17 của Luật quy định việc ĐTM đối với các cơ sở đang hoạt động và Điều 18 của Luật quy định việc ĐTM đối với dự án.

Như vậy, phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp là một nội dung nằm trong đánh giá tác động môi trường trong lĩnh vực sản xuất nông nghiệp. Về phương pháp tiếp cận, phân tích hệ thống môi trường và đánh giá tác động môi trường đều dựa trên nền tảng lý thuyết hệ thống. Tuy nhiên, phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp được áp dụng rộng rãi cho mọi

đối tượng, đánh giá tác động môi trường được thực hiện theo quy mô, mức độ nguy hại, vùng nhạy cảm của từng tác động.

Nghiên cứu trong tương lai

Hiện nay, ngành kỹ thuật và tự nhiên đã phát triển một cách tương đối hoàn thiện trong xã hội của chúng ta về lĩnh vực năng lượng và dòng vật chất chuyển động trong hệ thống. Tuy nhiên chúng ta vẫn thiếu tiếp cận về mặt xã hội để hoà nhập với hai trường phái ở trên. Sự kết hợp thống nhất cả 3 lĩnh vực về kỹ thuật, tự nhiên và xã hội là nhiệm vụ hàng đầu để xây dựng một nền nông nghiệp sinh thái bền vững.

Ý nghĩa của phân tích hệ thống môi trường

Tất cả các sự vật và hiện tượng đều có mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Sự thay đổi một vài nhân tố trong hệ thống sẽ dẫn đến một loạt thay đổi trong hệ thống. Ý nghĩa của phân tích hệ thống môi trường là xác định các nhân tố tác động đến hệ thống trong một môi trường cụ thể và phân tích tác động của nhân tố đó ở nhiều góc độ nhằm đề xuất các biện pháp hợp lý với mục đích là nâng cao năng suất nông nghiệp và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Ví dụ: hiện tượng giảm canh tác lúa nương, nhưng tăng cường phát triển chăn nuôi và thu hoạch lâm sản phụ ở bản Tát.

- Tất cả hệ thống đều có khả năng tự điều chỉnh để duy trì cân bằng → Điều chỉnh gián tiếp một nhân tố nào đó trong hệ thống nhiều khi cho kết quả tốt hơn so với tác động phiến diện gây mất cân bằng sinh thái → Sự cố môi trường

Ví dụ: Người dân bản Tát tự điều chỉnh cơ cấu nương rẫy để phù hợp với thị trường, chính sách giao đất giao rừng và chăn nuôi.

- Khoán 10 (1987) đã mở ra một kỳ tích cho nông nghiệp Việt Nam từ nước phải nhập khẩu lương thực chuyển sang nước xuất khẩu gạo đứng thứ 2 trên thế giới.

Khi chúng ta sử dụng thuốc trừ sâu để tiêu diệt các loài sâu hại thì có nhiều tác động mà chúng ta cần phải tính đến:

- Khả năng kháng thuốc của các loài sâu bệnh;
- Dư lượng thuốc trừ sâu trong đất và trong sản phẩm;
- Số lượng các loài thiên địch;
- Sự chấp nhận của thị trường và sức khoẻ người tiêu dùng;
- Hiệu quả kinh tế của việc sử dụng thuốc trừ sâu.

Tài liệu đọc thêm

Trần Đức Viên (Chủ biên) và Nguyễn Thanh Lâm. Giáo trình Sinh thái học đồng ruộng. NXBNN. Hà Nội. 2006.

Phạm Chí Thành, Phạm Tiến Dũng, Đào Châu Thu, Trần Đức Viên. Hệ thống nông nghiệp. Nhà xuất bản nông nghiệp. Hà Nội. 1996.

Trần Đức Viên. Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội. 1998.

Tóm tắt

Chương này trình bày tóm tắt các khái niệm chung và các phương pháp tiếp cận hệ thống, đặc biệt là tiếp cận hệ sinh thái nông nghiệp. Các đặc tính và quan niệm xây dựng hệ sinh thái nông nghiệp được mô tả theo 6 đặc tính: tính công bằng, tính năng suất, tính ổn định, tính bền vững, tính tự trị và tính đa dạng. Ý nghĩa của quan niệm hệ thống đóng vai trò vô cùng to lớn trong nghiên cứu. Triết học duy vật đã chỉ ra rằng để nghiên cứu một hiện tượng hay một sự vật ta phải xem xét nó trong mối quan hệ với các hiện tượng khác vì mọi hiện tượng đều có mối quan hệ hữu cơ với nhau. Mặt khác mỗi hiện tượng đều luôn nằm trong trạng thái biến đổi và phát triển mà nguồn gốc và động lực chủ yếu của hiện tượng đó nằm trong bản thân sự vật, vì vậy việc nghiên cứu một sự vật phải xem lý thuyết hệ thống là nền tảng của phương pháp luận. Hệ thống chỉ số môi trường nông nghiệp được xây dựng nhằm đánh giá hiện trạng và chức năng của hệ thống.

Phân tích hệ thống môi trường là nhằm tìm hiểu chức năng của hệ thống được thực hiện như thế nào và nó có tác động như thế nào đối với môi trường xung quanh. Kết quả nghiên cứu sẽ được sử dụng trong quá trình ra quyết định hoặc quy hoạch cho phát triển bền vững ở các cấp độ quốc gia, cộng đồng, tổ chức và cá nhân.

Phân tích hệ thống môi trường đòi hỏi tiếp cận đa ngành và liên ngành thể hiện ở thành phần các nhà nghiên cứu và các nội dung tiếp cận (kinh tế, kỹ thuật, xã hội, môi trường). Tuy nhiên hệ thống bình đẳng trong việc chia sẻ thông tin và quan điểm giữa các nhà khoa học thuộc các lĩnh vực khác nhau phải được thiết lập một cách rõ ràng. Thông thường chủ trì quá trình phân tích là nhà khoa học có kinh nghiệm về hệ thống canh tác và có kiến thức tương đối rộng với các ngành khác.

Ý nghĩa của phân tích hệ thống môi trường là xác định các nhân tố tác động đến hệ thống trong một môi trường cụ thể và phân tích tác động của nhân tố đó ở nhiều góc độ nhằm đề xuất các biện pháp hợp lý nhằm nâng cao năng suất nông nghiệp và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Câu hỏi ôn tập

1. Khái niệm về hệ thống? Tại sao phải tiếp cận hệ thống? Lấy ví dụ cụ thể trong nghiên cứu sản xuất nông nghiệp?
2. Mục đích của nghiên cứu hệ thống nông nghiệp/hệ thống canh tác?
3. Phân loại các phương pháp tiếp cận trong nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp?
4. Hãy trình bày các đặc thù của nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp?
5. Các giai đoạn cơ bản trong nghiên cứu hệ thống canh tác và khuyến nông? Điều gì sẽ xảy ra khi ta đơn giản hoá một vài giai đoạn?
6. Ý nghĩa và vai trò của các thông số môi trường nông nghiệp là gì?
7. Anh (chị) hiểu như thế nào về môi trường trong nông nghiệp?
8. Hiện nay nông nghiệp Việt Nam đang gặp những thuận lợi và khó khăn gì?
9. Hãy trình bày khái niệm về hệ thống môi trường?
10. Anh (chị) hiểu như thế nào về các dòng năng lượng/vật chất chuyển dịch trong hệ sinh thái nông nghiệp?
11. Hãy trình bày các phương pháp tiếp cận trong nghiên cứu hệ thống môi trường nông nghiệp?
12. Hãy trình bày khái niệm về phân tích hệ thống môi trường?
13. Phân tích hệ thống môi trường trong nông nghiệp có ý nghĩa như thế nào?

CHƯƠNG II. PHÂN TÍCH HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

Nội dung

Trong lĩnh vực sản xuất nông nghiệp, con người phải có phương thức tiếp cận một cách hệ thống để tìm hiểu và giải quyết các vấn đề liên quan đến môi trường và chất lượng nông sản. Quần thể cây trồng phát triển trên đồng ruộng cũng như quần thể động vật đất có mối quan hệ chặt chẽ không chỉ với điều kiện khí tượng, đất đai, chế độ nước mà còn chịu ảnh hưởng sâu sắc bởi các mối quan hệ với các loài sinh vật khác và các điều kiện kinh tế xã hội của từng địa phương. Tuy nhiên, nhiều chương trình/dự án đã gặp những rủi ro đáng tiếc do không nắm vững điều kiện kinh tế, xã hội, đất đai của địa bàn thực hiện dự án. Con người đã có nhiều nỗ lực cải tiến một số thành phần hay đặc tính của hệ sinh thái nông nghiệp, nhưng các hệ thống này luôn luôn bộc lộ những hạn chế nhất định. Do vậy, nhiều nghiên cứu đã khẳng định rằng việc phân tích chi tiết cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái nông nghiệp trong điều kiện hệ thống môi trường cụ thể là điều kiện tiên quyết mang lại các thành công trong sản xuất nông nghiệp.

Các nội dung sau đây sẽ được đề cập trong chương này:

- Khái niệm về phân tích hệ sinh thái nông nghiệp;
- Đặc điểm của hệ sinh thái nông nghiệp;
- Các gợi ý trong phân tích hệ sinh thái nông nghiệp;
- Nội dung, phương pháp nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp;
- Phân tích các đặc tính của HSTNN theo không gian, thời gian, dòng năng lượng và quyết định của người dân;
- Câu hỏi khoá và câu hỏi phụ;
- Xây dựng đề cương nghiên cứu và thực hiện.



Ảnh 3-1. Phun thuốc trừ sâu cho rau

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần:

- ❖ Nắm được khái niệm và đặc điểm của hệ sinh thái nông nghiệp và hệ thống môi trường liên quan;
- ❖ Nắm được nội dung, kỹ năng và mục đích phân tích hệ sinh thái nông nghiệp.

I. Khái niệm về phân tích hệ sinh thái nông nghiệp

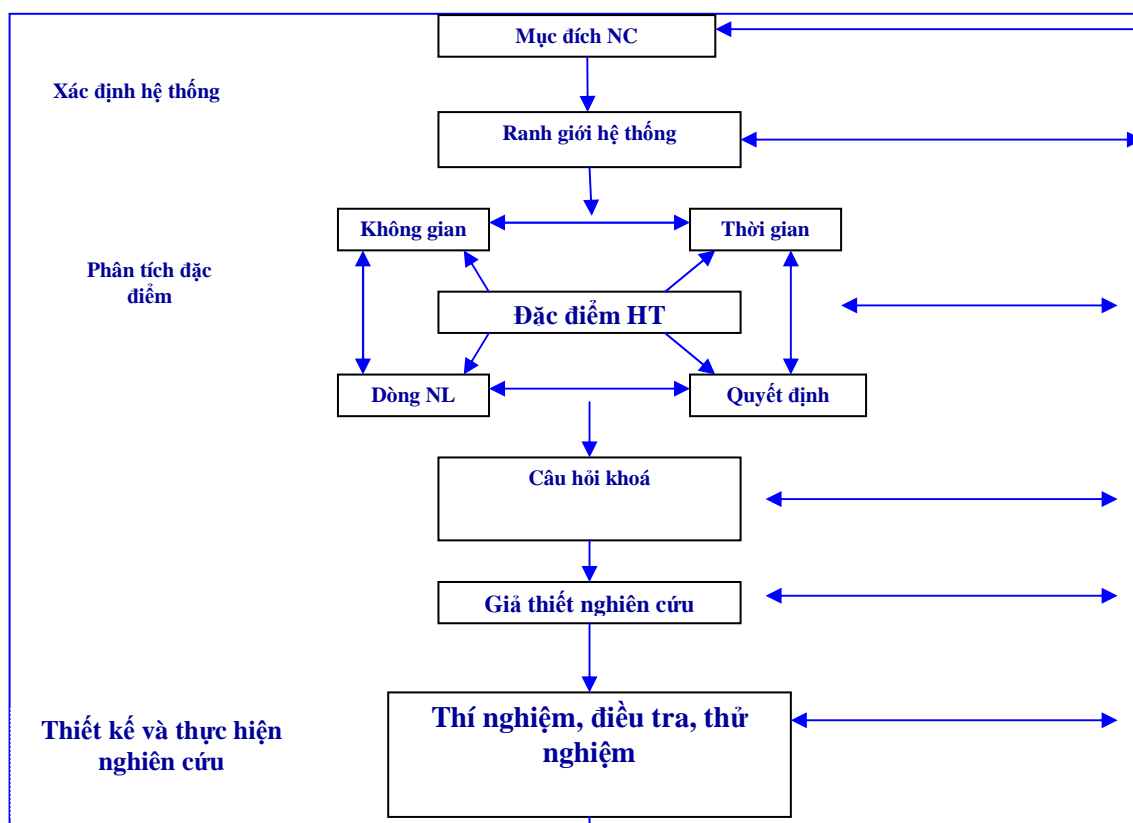
Các bước phân tích hệ sinh thái nông nghiệp lần đầu tiên được đề cập đến trong nghiên cứu hệ sinh thái cây bụi hoang mạc tại Nam Phi vào những năm 1970 (Walker và ctv., 1978). Tiếp cận phân tích hệ sinh thái nông nghiệp là phương pháp phân tích các thành phần của hệ thống (*pattern analysis*) nhằm tìm hiểu các chức năng chính của từng đơn vị cấu thành đầu ra của tất cả các hệ thống nông nghiệp và phát hiện các nhân tố môi trường cản trở sự phát triển của hệ thống. Trong các thành phần của hệ sinh thái nông nghiệp, môi trường hệ thống đóng một vai trò quan trọng trong việc quyết định chức năng và đầu ra của hệ thống. Do vậy, việc phân tích và điều khiển hệ thống môi trường thường được các nhà nghiên cứu, nhà hoạch định chính sách và người nông dân áp dụng. Trong khi đó, các tác động phụ cũng cần được xem xét một cách kỹ lưỡng trước khi tiến hành tác động vào một nhân tố nào đó trong hệ thống. Mục tiêu của các dự án phát triển nhằm nâng cao một số đặc điểm của HSTNN bằng cách tác động và cải tiến một số thành phần và các quá trình trong khu vực của dự án.

Conway (1985) đã khái quát hoá các quan điểm trong phân tích như đã trình bày ở phần trên và tổng kết 4 nguyên tắc mang tính chất gợi ý trong phân tích và tiếp cận hệ sinh thái nông nghiệp tại hội thảo của các trường Đại học thuộc mạng lưới Đông Nam Á tại Khon Kaen năm 1985 như sau:

- Không nhất thiết phải biết tất cả về hệ sinh thái nông nghiệp để đưa ra các phân tích hiệu quả và thiết thực.
- Hiểu biết hành vi và các đặc tính cơ bản của hệ sinh thái nông nghiệp chỉ yêu cầu các kiến thức về một số mối quan hệ chức năng chính.
- Để đưa ra các cải thiện hoặc cải tiến bất kỳ một hệ sinh thái nông nghiệp nào chỉ cần thay đổi một vài điểm then chốt trong quyết định của người nông dân.
- Để xác định và tìm hiểu các mối quan hệ và phương thức ra quyết định của người nông dân chỉ cần các nhà nghiên cứu đưa ra một số câu hỏi khoá và đưa ra một số phương thức tiếp cận và phương pháp thu thập số liệu hợp lý để trả lời các câu hỏi đưa ra.

Các bước phân tích được trình bày tại hình 2-1. Kinh nghiệm thực tiễn cho thấy rằng các thủ tục phân tích sẽ được thực hiện một cách hiệu quả nếu nó được dựa trên các kết quả thảo luận của các nhóm liên ngành/đa ngành trong các hội thảo/seminar. Mặc dù để tổ chức hội thảo đặc thù như vậy rất tốn thời gian của đơn vị tổ chức và của các vị đại biểu. Hội thảo lần đầu tiên tại Chiềng Mai phải kéo dài mất gần 01 năm (Gypmantasiri và ctv., 1980). Hiện nay các hội thảo kiểu này đã được rút ngắn lại xuống 01 tuần với hơn 1 tháng chuẩn bị thu thập số liệu. Bảng 2-1 trình bày nội dung công việc được bố trí trong thời gian một tuần hội thảo.

Chìa khoá của sự thành công là các cuộc trao đổi thẳng thắn và hữu ích giữa các thành viên đa ngành tham gia hội thảo. Trong quá trình phân tích hệ sinh thái nông nghiệp, các chuyên gia phải đưa ra và bảo vệ các quan điểm của mình sao cho các thành viên khác nhận thức được tầm quan trọng của các quan điểm hoặc các tình tiết mới nảy sinh trong quá trình phân tích. Để quá trình thảo luận diễn ra một cách hiệu quả, người ta thường sử dụng các sơ đồ, sơ đồ Venn, đồ thị, hình ảnh, cây vấn đề, cây quyết định của người dân, cây logic, v.v. Phòng hội thảo/thảo luận phải được trang bị đầy đủ máy chiếu, máy overhead, giấy A0...v.v.



Hình 2-1. Các bước cơ bản trong phân tích hệ sinh thái nông nghiệp

Bảng 2-1. Phân bổ thời gian trong 1 tuần của hội thảo về phân tích HSTNN

Ngày	Nội dung công việc
1	Giới thiệu các đại biểu tham gia hội thảo Mục đích, nội dung và trình tự các bước trong hội thảo Giới thiệu chủ đề hoặc địa điểm nghiên cứu
2	Rà soát các số liệu đã thu được từ điểm nghiên cứu Xác định ranh giới hệ thống bởi tất cả thành viên trong hội thảo Phân nhóm theo phân cấp của hệ thống (Nhóm kinh tế hộ, nhóm chính sách/thể chế, nhóm sinh thái nông nghiệp, nhóm GIS, v.v) Mỗi nhóm đều tiến hành phân tích đặc điểm và cấu trúc của hệ thống ở các góc độ khác nhau.
3	Tiếp tục công việc ở các nhóm Phân tích các đặc điểm của hệ thống và xác định các câu hỏi khoá
4	Đi xuống các điểm nghiên cứu
5	Các nhóm trình bày các kết quả thu được.
6	Các nhóm thảo luận về các từ khoá và xây dựng các đề cương nghiên cứu và các bước thực hiện.
7	Viết báo cáo phác thảo do tổ biên tập thực hiện.

(Nguồn: Conway, 1985)

II. Các dạng nghiên cứu/phân tích hệ sinh thái nông nghiệp

2.1 Phân loại theo mục đích nghiên cứu

Trong thực tiễn, nghiên cứu thường được chia ra làm 3 dạng: nghiên cứu khám phá, nghiên cứu mô tả, nghiên cứu giải thích vấn đề. Tùy thuộc vào thời gian, khả năng tài chính, yêu cầu của nghiên cứu, mà từng phương pháp nghiên cứu được chọn lựa.

Nghiên cứu khám phá: khám phá các chủ đề mới/vấn đề mới phát sinh trong nông nghiệp. Ví dụ: việc sử dụng các thuốc BVTV mới đưa vào sản xuất; việc xuất hiện bệnh cúm gà H5N1.

Nghiên cứu mô tả: Mục đích của nhiều nghiên cứu là mô tả hoặc thống kê các sự việc hoặc sự kiện đã diễn ra. Nhà nghiên cứu quan sát và mô tả những gì mà họ đã được chứng kiến.

Nghiên cứu giải thích vấn đề: Nhà nghiên cứu muốn lý giải tại sao sự kiện đó lại xảy ra. Ví dụ: Tại sao người dân ở Tây Nguyên thích trồng cà phê, mặc dù có những giai đoạn nhiều gia đình phải đồn hàng loạt cà phê?

2.2 Phân loại nghiên cứu phân tích hệ sinh thái nông nghiệp theo thời gian

2.2.1 Nghiên cứu lấy không gian bù thời gian

- Nghiên cứu lấy không gian bù thời gian: nghiên cứu tất cả các điểm trong cùng một thời gian với cùng phương pháp và người điều tra, sau đó so sánh sự khác biệt giữa các điểm nghiên cứu về các đặc tính của HSTNN.
- Ví dụ: Nghiên cứu về khả năng phục hồi của nương bỏ hoá: lựa chọn các nương có độ tuổi khác nhau sau đó sử dụng các phương pháp lấy mẫu đất, mẫu cây cho tất cả nương bỏ hoá. Mặc nhận: nương bỏ hoá nhiều năm sẽ khác với nương mới bỏ hoá.
- Ưu điểm: tiết kiệm thời gian, kinh phí, cho kết quả nhanh.
- Nhược điểm: kết quả chỉ mang tính chất tương đối và có rất nhiều nhân tố tác động mà con người không kiểm soát được. Kết luận chỉ định hướng về một thời điểm quan sát, nhưng sự dao động theo mùa và diễn thế tự nhiên vẫn xảy ra.

2.2.2 Nghiên cứu lâu dài

- Nghiên cứu trường kỳ (lâu dài) là phương pháp nghiên cứu và quan sát các vật thể các sự kiện trong một thời gian dài. Điều tra cơ bản/điều tra phỏng vấn kết hợp với quan sát và phỏng vấn kỹ lưỡng cũng được xếp vào nghiên cứu lâu dài. Tuy nhiên, các nhà nghiên cứu sẽ gặp khó khăn khi thực hiện nghiên cứu định lượng vì nó đòi hỏi thời gian, kinh phí, sức lao động.
- **Nghiên cứu lâu dài bao gồm:**
 - ❖ Nghiên cứu xu hướng;
 - ❖ Nghiên cứu nhóm theo thời gian (Cohort Studies);
 - ❖ Nghiên cứu mẫu thay đổi theo thời gian (Panel);
 - ❖ Nghiên cứu trộn lẫn cả 3 hướng trên;
 - ❖ Nghiên cứu được coi như là nghiên cứu lâu dài nếu nó kết hợp phỏng vấn sâu và nghiên cứu “lấy không gian bù thời gian”.

2.3 Đơn vị phân tích

Đơn vị phân tích được xác định tùy theo mục đích nghiên cứu. Nếu đơn vị phân tích là quần xã thì các đơn vị phân tích hỗ trợ là hệ sinh thái và quần thể nhằm tìm hiểu các mối tương tác/liên hệ giữa các dòng vật chất/thông tin qua lại với nhau giữa các tổ chức thứ bậc của sinh thái học. Thông thường đơn vị phân tích trong nghiên cứu hệ thống môi trường như sau:

- Các cá thể (Cây trồng, vật nuôi, côn trùng...);
- Quần thể (Quần thể cây trồng, quần thể cỏ dại, quần thể vi sinh vật, quần thể động vật đất);
- Hệ sinh thái (Hộ gia đình, tổ chức xã hội liên quan đến quản lý cây trồng và vật nuôi trong nông nghiệp);

- Các nhân tố (dinh dưỡng, ánh sáng, độ ẩm, nhiệt độ, gió mùa, tập quán, tín ngưỡng, tri thức, thể chế, chính sách, thị trường nông lâm sản và gia súc, khả năng tiếp cận thông tin).

2.4 Các điểm tập trung nghiên cứu

- Chỉ số về đặc điểm (tuổi, dân số, mật độ, năng suất, diện tích);
- Định hướng (chính sách, thể chế, tư tưởng..v.v);
- Các hoạt động (chăm sóc cây trồng, chăn thả gia súc, buôn bán, đào ao,...).

2.5 Nội dung nghiên cứu về môi trường hệ thống của hệ sinh thái nông nghiệp

Tổng quan về khu vực nghiên cứu: Mô tả các điều kiện kinh tế, xã hội của hệ sinh thái nông nghiệp địa phương.

Chủ đề: Dân số, cấu trúc tuổi, lao động, giao thông và thông tin, sử dụng đất, hệ thống quản lý hành chính, các thành phần của hệ sinh thái nông nghiệp. Trong từng chủ đề, các nhà nghiên cứu đặt ra các nội dung nghiên cứu chi tiết để thu thập đầy đủ thông tin.

Lúa nước

- Hiện trạng sản xuất lúa nước tại địa phương;
- Vai trò của cây lúa nước về an ninh lương thực, hạn chế nương rẫy;
- Chính sách khuyến khích phát triển lúa nước ở địa phương;
- Tiềm năng và hạn chế của sản xuất lúa nước;
- Biện pháp nâng cao năng suất và chất lượng lúa nước.

Tài nguyên nước:

- Nguồn nước tưới
- Sự thay đổi, dao động theo mùa
- Nước có phải nhân tố hạn chế năng suất cây trồng ở địa bàn nghiên cứu hay không?
- Tri thức địa phương trong quản lý tài nguyên nước.

Quản lý và sử dụng đất:

- Dinh dưỡng đất;
- Xói mòn;
- Canh tác bảo vệ hợp lý trên đất dốc;
- Kinh nghiệm địa phương trong quản lý đất;
- Các dòng năng lượng, dinh dưỡng, nước chuyển dịch trong hệ sinh thái nông nghiệp
- Thâm canh & sử dụng đất;
- Các hạn chế và cơ hội để khắc phục các hạn chế đó.

Hệ sinh thái nông nghiệp và cây trồng

- Chu kỳ canh tác;
- Chu kỳ bỏ hoá;
- Cơ cấu cây trồng, lịch mùa vụ, lịch lao động, phân bón, năng suất, giống;
- Xác định những vấn đề tiềm ẩn cho các nghiên cứu tiếp sau.

Vườn

- Chức năng của vườn;
- Thành phần loài bản địa & giống cây trồng mới du nhập;
- Phân bố theo không gian và thời gian;
- Hiệu quả kinh tế của vườn;
- Lao động làm vườn;
- Khả năng mở rộng quy mô của vườn hoặc cải thiện chất lượng vườn.

Chăn nuôi

- Tỷ lệ số lượng gia súc/gia cầm ở cấp độ nông hộ và buôn làng, xã, huyện;

- Thu nhập từ chăn nuôi;
- Lao động, đầu tư cho chăn nuôi;
- Tiềm năng và hạn chế;
- Mâu thuẫn giữa phát triển chăn nuôi và bảo vệ cây trồng trên nương;
- Các đề xuất cải thiện hệ thống chăn nuôi.

Nuôi cá

- Diện tích ao, số lượng ao/hộ;
- Các loại cá, nguồn, năng suất;
- Bán cho ai;
- Thức ăn lấy ở đâu;
- Lao động;
- VAC;
- Nhân tố hạn chế và tiềm năng, biện pháp khắc phục.

Rừng

- Tài nguyên rừng;
- Quản lý và sử dụng nông lâm sản;
- Kiểm soát khai thác;
- Tri thức bản địa trong quản lý tài nguyên rừng;
- Vai trò của rừng trong sản xuất nông nghiệp;
- Phương hướng nâng cao trữ lượng và chất lượng rừng.

Nông lâm kết hợp

- Đa dạng hoá thu nhập, lấy ngắn nuôi dài;
- Hạn chế xói mòn, duy trì sức sản xuất của đất;
- Nâng cao độ che phủ của rừng, hạn chế canh tác nương rẫy;
- Hạn chế các tác động của thiên tai và thời tiết;
- Đầu tư theo chiều sâu.

Thiên tai

- Tần suất của lũ quét, sạt lở đất, dịch bệnh;
- Nguyên nhân;
- Biện pháp khắc phục.

Sức khỏe

- Cấu trúc tuổi và tỷ lệ mắc bệnh;
- Kế hoạch hoá gia đình;
- Bệnh tật liên quan đến nguồn nước;
- Khả năng cung cấp các dịch vụ y tế địa phương;
- Dịch hại.

Chính sách

- Kế hoạch phát triển thôn bản;
- Quy ước của cộng đồng (hương ước).

Các dự án

- Các chương trình tín dụng.

Thị trường

- Kênh tiêu thụ;
- Kênh cung cấp sản phẩm;
- Ai là người được hưởng lợi;
- Các sản phẩm và tỷ lệ tiêu dùng/buôn bán;
- Giá sản phẩm;
- Các nhân tố hạn chế;
- Các giải pháp.

III. PHÂN TÍCH HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

Phân tích HSTNN được chia thành 3 bước như sau:

- Xác định hệ thống (Mô tả các thành phần của hệ thống, các mối quan hệ, các dòng năng lượng vào và ra khỏi hệ thống, xác định ranh giới của hệ thống, các mối tương tác đến hệ thống (Bao gồm cả các tác động tiềm ẩn)
- Phân tích cơ cấu (Xác định các hạn chế và tiềm năng để quản lý hệ thống đó)
- Xây dựng đề cương nghiên cứu và thực hiện (Xác định các câu hỏi khoá về chức năng quan trọng của hệ thống, đặc biệt là các giải pháp có thể để khắc phục hạn chế của hệ thống và nâng cao sản lượng và tính bền vững). Những kết quả nghiên cứu này sẽ là cơ sở để nghiên cứu sâu về sinh thái nhân văn hoặc các nghiên cứu cơ bản.

3.1 Mục đích phân tích hệ sinh thái nông nghiệp

Mục đích phân tích hệ thống môi trường hay hệ sinh thái nông nghiệp phải luôn luôn rõ ràng, dễ hiểu, đơn giản, ngôn ngữ trong sáng. Mục đích phân tích rõ ràng chiếm vai trò vô cùng quan trọng cho sự thành công của cả quá trình nghiên cứu đối với tất cả các thành viên tham gia nhóm phân tích. Những hội thảo trong giai đoạn hiện nay có các mục đích với các dạng như sau:

- (i) Xác định các nghiên cứu trong lĩnh vực ưu tiên nhằm nâng cao thu nhập cho các hộ gia đình tại một vùng cụ thể.
- (ii) Xác định các phương hướng nhằm nâng cao năng suất và sản lượng cây trồng tại một làng/xã cụ thể.

Như vậy, các phân tích/nghiên cứu sẽ có “*định hướng*” cụ thể dựa trên những mục tiêu hoặc tiêu chí rõ ràng. Ví dụ: các phương hướng đề xuất chỉ đơn thuần nâng cao thu nhập của nông hộ hay chú trọng đến đa dạng hoá thu nhập nhằm ổn định cuộc sống của người dân tránh rủi ro. Trường hợp đầu cho thấy người dân có thể thu lợi nhuận cao ngay trong những năm đầu tiên, tuy nhiên những rủi ro tiềm ẩn của yếu tố thị trường và những yếu tố môi trường phát sinh sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe và thu nhập của người dân trong những năm kế tiếp. Trường hợp thứ hai quan tâm đến sinh kế bền vững của người dân, nhưng nó chỉ xây dựng cho người dân những tiêu chí an toàn, hạn chế rủi ro và hạn chế những tư tưởng “*dám nghĩ, dám làm*” của người dân.

Mục đích nghiên cứu đòi hỏi có tính “*khả thi*” dựa trên nhu cầu thực tế, thời gian cho phép, cơ sở vật chất và điều kiện kinh phí cho phép. Thực tiễn cho thấy những kỹ sư mới tốt nghiệp ra trường thường xây dựng các mục đích hoặc mục tiêu nghiên cứu quá đơn giản, nghiên cứu trùng lặp những vấn đề đã nghiên cứu hoặc những mục đích nghiên cứu phi thực tiễn, không thể thực hiện được.

3.2 Xác định hệ thống

Công đoạn này bao gồm xác định hệ thống, ranh giới hệ thống và phân cấp của hệ thống. Ranh giới hệ thống sinh học hoặc lý hoá học thông thường được xác định rất rõ ràng. Ví dụ: ruộng lúa nước có bờ bao bọc; thung lũng có thể được xác định theo lưu vực. Ranh giới văn hoá, kinh tế xã hội thông thường rất phức tạp. Ví dụ: Ranh giới hộ gia đình giới hạn trong mảnh đất họ sở hữu và canh tác thông thường không chính xác vì nhiều thành viên của gia đình còn làm việc ở thành phố hoặc bán sản phẩm ở các khu dân cư và đô thị. Mục đích sản xuất của nông hộ cũng như giá trị của các sản phẩm bị ảnh hưởng rất mạnh mẽ của thị trường, chính sách của nhà nước hoặc tín ngưỡng. Conway (1985) đã nhận xét rằng một số người dân ở vùng Đông Bắc Thái Lan trở thành lao động xuất khẩu tại châu Âu và châu Phi;

giá của nông sản chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi Cộng Đồng Châu Âu (EU); quyết định sản xuất của người dân đôi khi còn chịu ảnh hưởng bởi sự phát triển tại một địa bàn rất xa vùng Đông Bắc Thái Lan như Sri Lanka.

Ranh giới của hệ thống có thể được tái xác định và điều chỉnh tại các cuộc hội thảo/tranh luận giữa các nhà nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp khi mà các kiến thức về hệ thống cụ thể và các số liệu được cập nhật.

3.3 Phân tích cơ cấu/thành phần của hệ thống

Bốn thuộc tính quan trọng của hệ thống được chọn lựa bao gồm thuộc tính không gian, thuộc tính thời gian, dòng vật chất và năng lượng và các quyết định của các bên liên quan. Theo Conway (1985), 3 thuộc tính đầu tiên đóng vai trò vô cùng quan trọng trong tìm hiểu đặc tính của hệ sinh thái nông nghiệp. Cả 3 thuộc tính đầu đều liên quan đến tất cả các lĩnh vực chuyên môn, cả lĩnh vực khoa học tự nhiên và xã hội. Thuộc tính thứ 4 biểu thị khả năng quản lý của con người và hiểu biết về quá trình ra quyết định của người nông dân sẽ giúp các nhà quản lý và hoạch định chính sách hiểu biết thêm về các đặc tính của hệ thống thay đổi theo không gian và thời gian. Mặc dù tiến trình này lần đầu tiên được đề xuất bởi các nhà kinh tế xã hội, nhưng nó đã lôi cuốn sự tham gia của các nhà khoa học khỏi tự nhiên.

3.3.1 Thuộc tính không gian

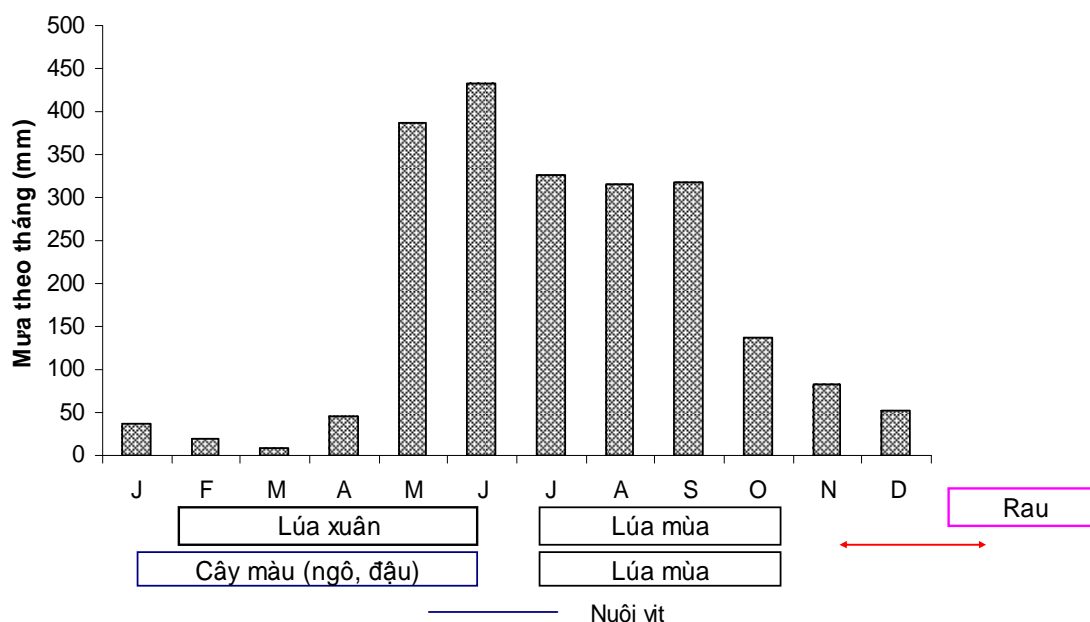
Thuộc tính không gian có thể biểu thị bằng các bản đồ đơn giản và lát cắt. Trong một số trường hợp, người ta chồng ghép các bản đồ đơn tính để tìm hiểu các chức năng quan trọng của từng hợp phần trong hệ thống và nghiên cứu quyết định của người nông dân trong việc bố trí cây trồng trong không gian (gần nhà, xa nhà, theo địa hình, theo sông suối, hoặc theo hệ thống giao thông). Công nghệ hệ thống thông tin địa lý (GIS) và viễn thám được ứng dụng một cách rộng rãi để tìm hiểu các nhân tố môi trường của hệ thống tác động đến quyết định của người nông dân trong quá trình sản xuất (Stephen và ctv, 2005). Conway (1985) chỉ ra rằng mật độ và tần xuất của cây trồng ở vùng thung lũng Chiềng Mai phụ thuộc chủ yếu vào hệ thống thủy lợi và ít phụ thuộc vào loại đất.

Bản đồ thôn bản: Tổng quan về làng xã, cơ cấu sử dụng đất, phân bố các loại hình sử dụng đất, kết hợp với phỏng vấn người cung cấp thông tin chính về cách bố trí hệ thống sản xuất của họ, các ưu nhược điểm của các thành phần bố trí trong hệ thống. Bản đồ thôn bản sẽ gợi ý cho các phân tích về hệ thống môi trường vật lý của cộng đồng sản xuất nông nghiệp (Hình 2-2).

Hình 2-3. Lát cắt của bản Tát, huyện Đà Bắc, Hoà Bình

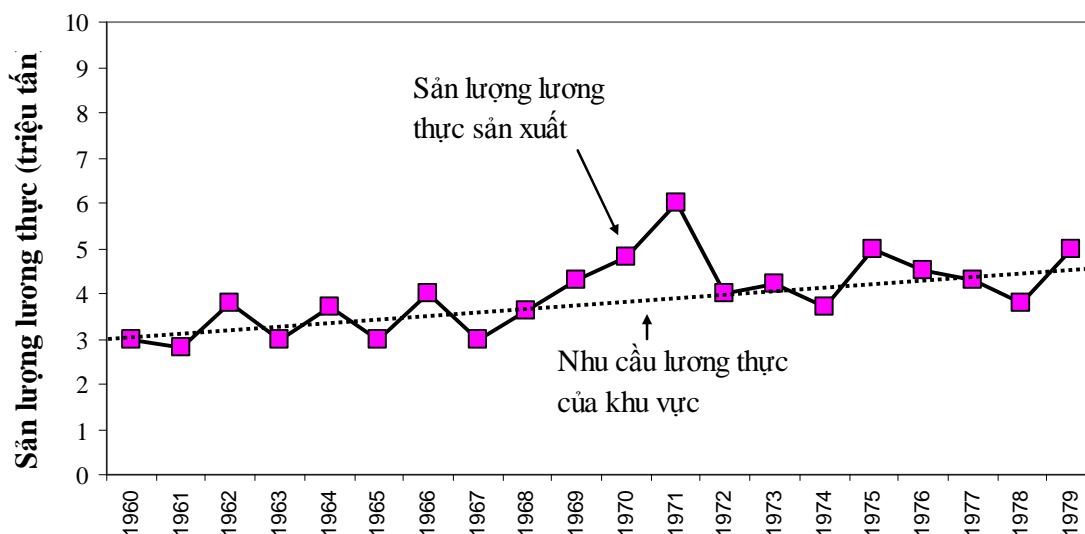
3.3.2 Thuộc tính thời gian

Sự thay đổi thuộc tính hệ thống theo thời gian có thể biểu thị rất hiệu quả bằng các đồ thị đơn giản. Sự thay đổi theo mùa vụ có thể biểu diễn bằng lịch thời vụ của cây trồng, lao động, biến động của giá cả và tín dụng. Các diễn biến này được biểu diễn song song với sự thay đổi về thời tiết (lượng mưa) nhằm xác định những thời điểm thiếu lao động trong năm hoặc tìm các giải pháp nhằm tận dụng hợp lý tài nguyên khí hậu. Hình 2-4 trình bày lịch thời vụ và lượng mưa theo tháng tại bản Tát, Đà Bắc, Hoà Bình. Ý tưởng của xây dựng biểu đồ nhằm tìm hiểu việc bố trí thời vụ hợp với thời tiết khí hậu đã tận dụng hợp lý nguồn tài nguyên khí hậu. Các câu hỏi nghiên cứu thường gặp là: Thời gian nào đất rảnh rỗi? Có thể tăng vụ được hay không? Yếu tố hạn chế ở đây là gì? Phương hướng cải tạo? Trong trường hợp này, các giáo viên trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội và Phòng nông nghiệp huyện Đà Bắc đã đề xuất tăng thêm vụ rau để tận dụng lao động và thời gian nhàn rỗi trên đất lúa từ tháng 11 đến tháng giêng năm sau (Nguyễn Thanh Lâm, 2005).



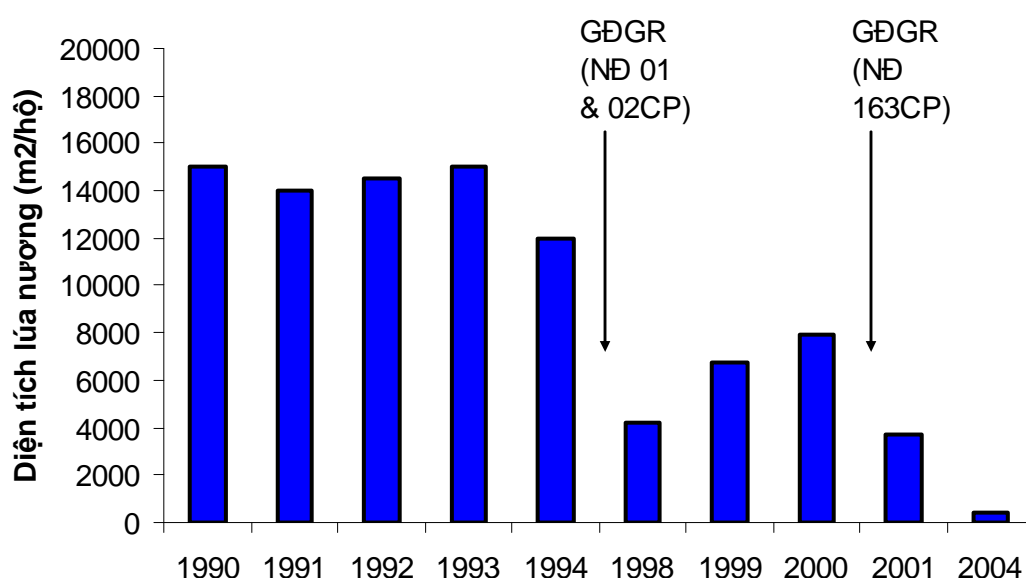
Hình 2-4. Lịch thời vụ và lượng mưa theo tháng tại bản Tát, huyện Đà Bắc, Hoà Bình
(Nguồn: Nguyễn Thanh Lâm, 2004)

Để đánh giá xu thế phát triển của hệ thống thay đổi về giá cả, sản lượng, khí hậu và dân số, người ta thường sử dụng các đồ thị đơn giản biểu diễn sự thay đổi của hệ thống theo thời gian ít nhất là 10 năm (Conway, 2005). Kết quả phân tích sự thay đổi các thuộc tính của hệ thống theo thời gian sẽ góp phần vào đánh giá tính bền vững của hệ thống (xem chương III) và phát hiện các nhân tố cản trở và làm hệ thống mất cân bằng. (hình 2-5)



Hình 2-5. Nhu cầu và sản lượng lương thực sản xuất tại vùng Đông Bắc Thái Lan
(Nguồn: phỏng theo Conway, 1985)

Tổng hợp nghiên cứu trong nhiều năm sẽ cho thấy xu thế thay đổi tổng thể ở một cộng đồng vùng cao. Các bộ số liệu tập hợp với nhau lại sẽ có ý nghĩa rất lớn trong quá trình nghiên cứu, phân tích sự vật và hiện tượng. Hình 2-6 mô tả quá trình thay đổi diện tích lúa nương tại bản Tát, huyện Đà Bắc, Hoà Bình từ năm 1990 đến năm 2004. Đồ thị cho thấy giao đất giao rừng là nhân tố chính làm giảm diện tích lúa nương tại bản Tát. Tuy nhiên, diện tích lúa nương có xu hướng giảm vào những năm thực hiện giao đất giao rừng (1994-1995) và diện tích lúa nương gia tăng vào những năm kế tiếp. Diện tích lúa nương giảm hẳn vào năm 2001 khi quá trình cấp lại sổ đỏ và phân chia lại đất rừng được thực hiện tại địa phương theo nghị định 163 CP. Như vậy, để có sự thay đổi cần có khoảng thời gian hợp lý để người dân có thể thay đổi chiến lược sử dụng đất và thích nghi với sự thay đổi của hệ thống môi trường-kinh tế-xã hội theo định hướng phát triển bền vững.



Hình 2-6. Sự thay đổi diện tích lúa nương tại bản Tát, huyện Đà Bắc, Hoà Bình từ năm 1990 đến năm 2004 (GDGR: chính sách giao đất, giao rừng)

Tìm hiểu lịch sử áp dụng các giống mới

Tất cả vật chất, sự vật xung quanh ta đều biến đổi không ngừng. Tìm hiểu hệ thống đồng ruộng thay đổi theo thời gian có ý nghĩa rất quan trọng trong việc triển khai các tiến độ, kỹ thuật vào sản xuất, những bài học kinh nghiệm được đúc kết. Bảng 2-2 trình bày sự thay đổi cơ cấu sử dụng giống lúa qua các thời kỳ tại một bản vùng cao. Xu thế chung hiện nay là sự thay thế dần dần các giống cổ truyền bằng các giống có năng suất cao hơn, nhu cầu phân bón cũng cao hơn. Người dân địa phương rất năng động trong việc áp dụng các giống mới với các tiến bộ khoa học kỹ thuật mới được đưa vào sản xuất. Mặt trái của quá trình này là sự mai một của các giống cổ truyền và tri thức địa phương.

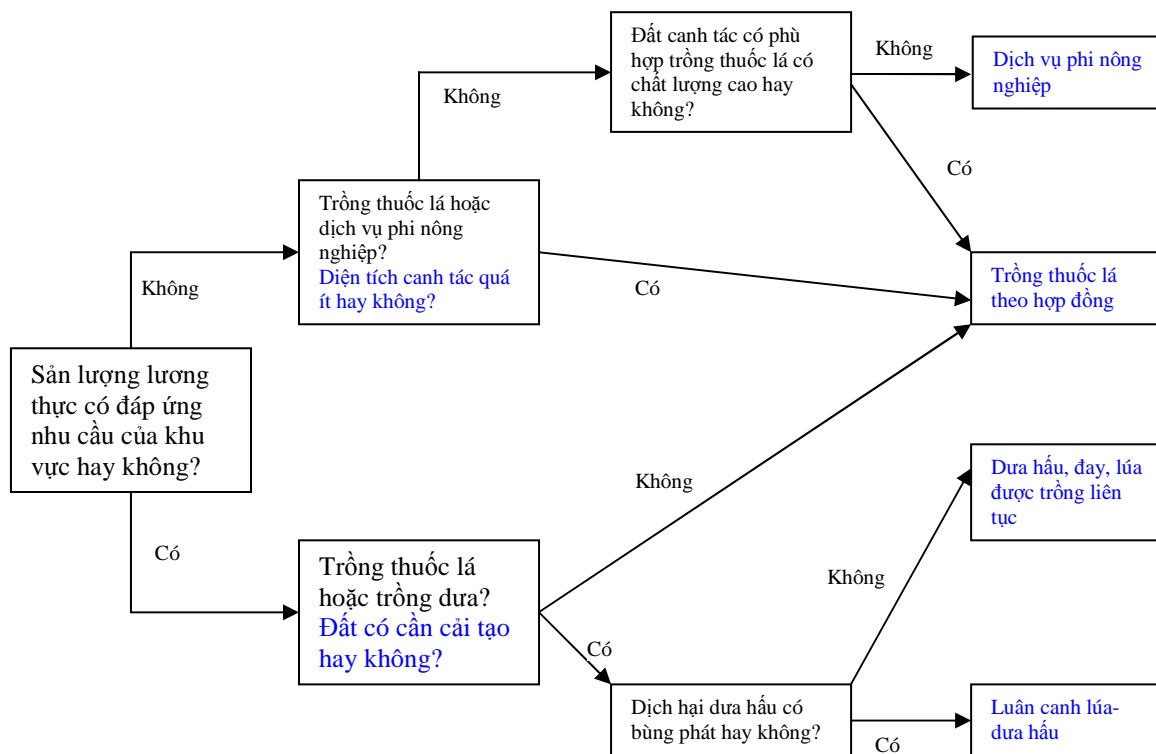
Bảng 2-2. Cơ cấu sử dụng giống lúa qua các thời kỳ tại một bản vùng cao

Giai đoạn	Giống lúa	Phân hoá học	Mùa vụ	Năng suất (tạ/ha/vụ)
Trước 1978	Giống địa phương: Khau hế, Khau mặc mau, Khau gáy, Khau say khuyết...	Không sử dụng	1 vụ/năm	6
1978 - 1994	Giống địa phương và giống lúa cải tiến: Chân trâu lùn, Bao thai hạt đỏ, Chiêm đen...	Ít sử dụng	2 vụ/năm	12
1994 - 1998	Giống cải tiến: CR-203, Khang dân	Sử dụng phổ biến	2 vụ/năm	25
1998 - 2000	Giống cải tiến: Q-5, C-70, C-71, Khang dân...	Sử dụng phổ biến	2 vụ/năm	30
2000 - 2004	Giống lúa lai năng suất cao: Nhị Ưu-838, Tạp giao... và giống lúa cải tiến: Khang dân, AYT-77...	Mức sử dụng ngày càng tăng	2 vụ/năm	40

Nguồn: Kết quả phỏng vấn bán cấu trúc tại bản Tát, Hoà Bình, năm 2004

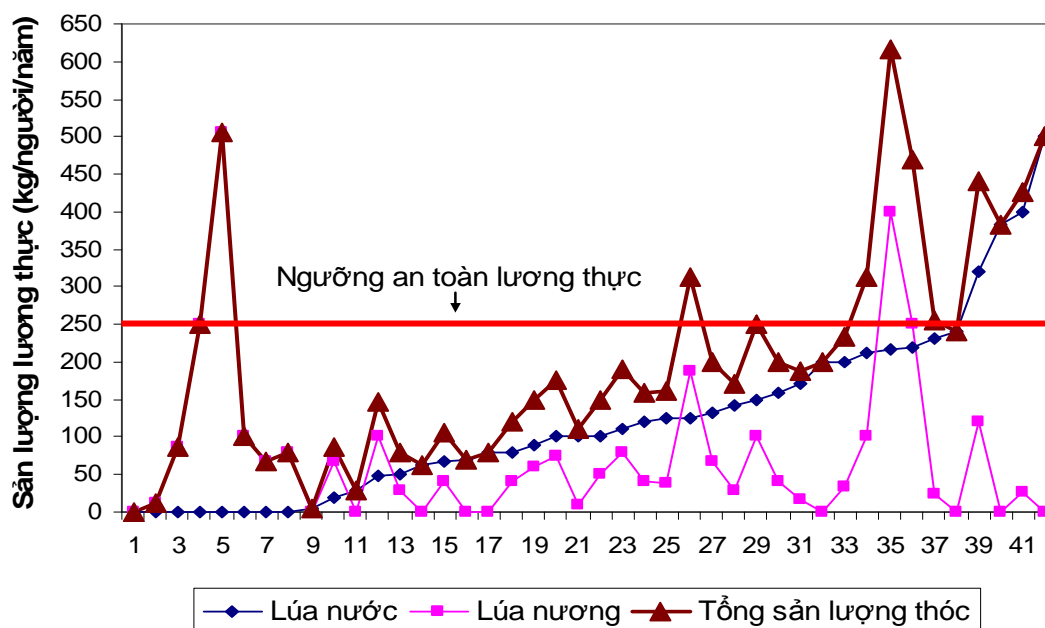
3.3.3 Dòng vật chất và năng lượng

Quá trình phân tích các dòng năng lượng, vật chất, thông tin đi vào và ra khỏi hệ thống đóng một vai trò quan trọng trong quá trình giải thích sự thay đổi các đặc tính trong hệ thống. Phân tích cân bằng dinh dưỡng thực chất cũng được xét đến trong giáo trình này (xem chương IV). Sơ đồ phải đơn giản và dễ hiểu. Bảng số liệu, đồ thị, ma trận, phương trình hồi quy là các công cụ quan trọng mô tả định lượng các mối quan hệ. Các sơ đồ được sử dụng để mô tả các mối quan hệ, hướng chuyển dịch của các dòng vật chất, năng lượng thông tin (hình 2-7).



Hình 2-8. Cây quyết định trong chiến lược sử dụng đất của nông dân vùng Đông Bắc Thái Lan (nguồn: Conway, 1985)

Trong nhiều trường hợp, giá trị trung bình không thể cung cấp đầy đủ thông tin để tìm hiểu quyết định của người nông dân và chiến lược của họ. Các nhà nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp thường phân tích chi tiết từng thuộc tính của nông hộ và phân nhóm các thuộc tính giống nhau để tìm chiến lược tổng quát cho từng vùng. Hình 2-9 biểu diễn quy mô sản xuất lương thực của 42 hộ dân tộc Tày ở bản Tát, Hoà Bình năm 1998. Nơi đây người dân phải lựa chọn canh tác cả lúa nước và nương rẫy để đảm bảo an ninh lương thực. Tuy nhiên trong trường hợp này, hơn 2/3 số hộ sản xuất thóc gạo dưới ngưỡng an toàn lương thực của Quốc gia (250 kg thóc/khẩu/năm). Kết quả điều tra những hộ gia đình này cho thấy đa dạng hoá cây trồng là quyết định đúng đắn mà các hộ gia đình này đã chọn lựa. Trong khi đó những hộ tự túc đủ thóc gạo lại chuyển sang phát triển mạnh chăn nuôi và dịch vụ. Như vậy môi trường sản xuất nông nghiệp của 2 nhóm hộ này là khác nhau mặc dù cùng ở trên một địa bàn.

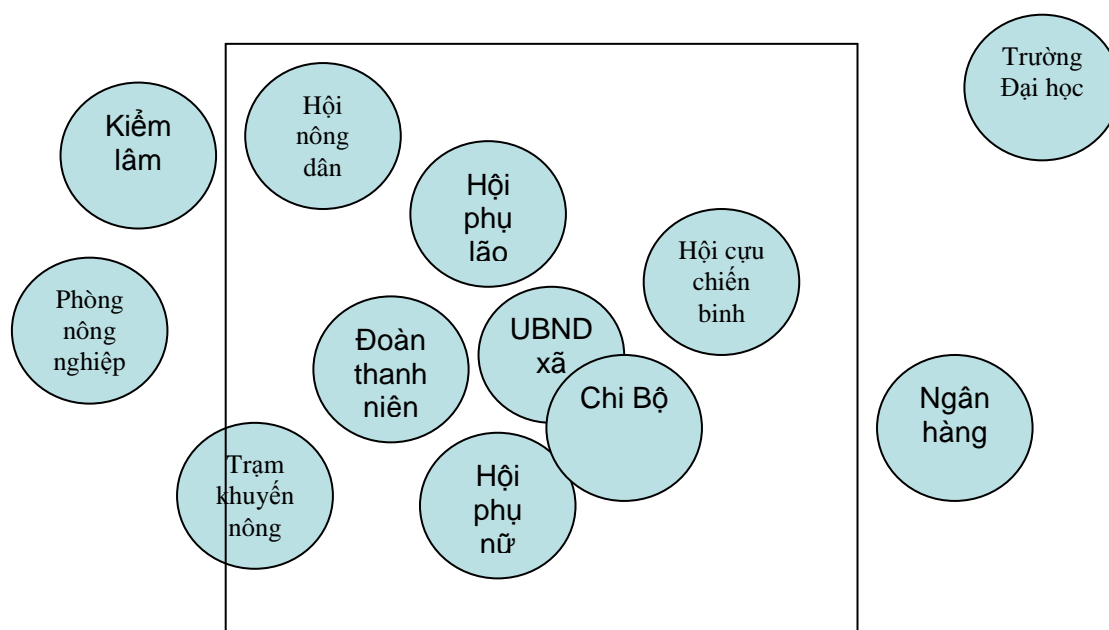


Hình 2-9. Sản lượng lương thực sản xuất từ lúa nước và lúa nương trong năm 1998 ở mức độ gia đình dân tộc Tày tại bản Tát, Hoà Bình

(Nguồn: Nguyễn Thanh Lâm, 2006)

Sơ đồ VENN

Sơ đồ VENN được sử dụng để tìm hiểu tầm quan trọng của các tổ chức chính quyền cũng như xã hội có ảnh hưởng đến quá trình ra quyết định hoặc xu hướng phát triển thôn bản. Các tổ chức càng xa tâm biểu thị mức ảnh hưởng càng yếu. Để cải thiện hệ sinh thái nông nghiệp hoặc cải tiến năng suất cây trồng ở địa phương nhiệm vụ được đặt ra là các nhà khuyến nông cũng như trường Đại học cũng như viện nghiên cứu phải vào cuộc và họ phải được người dân nhìn nhận với một cách tích cực hơn (vòng tròn phải tiến vào tâm), tất nhiên các nỗ lực cần phải bắt đầu từ người dân cũng như cơ quan hữu quan.



Hình 2-10. Các tổ chức xã hội ảnh hưởng đến sự phát triển của thôn bản

(Nguồn: Nguyễn Vinh Quang, 2004)

Phân tích hạn chế và cơ hội (SWOT)

Công cụ này được sử dụng để tận dụng các kiến thức của người dân thông qua phỏng vấn nhóm để tìm hiểu các hạn chế và tiềm năng tại địa phương. Các điểm mạnh có trở thành cơ hội cho người dân tăng thu nhập và đảm bảo an ninh lương thực hay không? Nếu quản lý yếu thì nó sẽ gây hiểm họa như thế nào, những thách thức trong công cuộc cải tiến hệ sinh thái nông nghiệp và nâng cao thu nhập của người dân.

Bảng 2-3. Hạn chế và cơ hội của cộng đồng người Thái, xã Bình Chuẩn, Con Cuông, Nghệ An.

Điểm mạnh	Điểm yếu
Phát triển mạnh chăn nuôi đại gia súc Thừa lao động Đủ đất trồng lúa Dồi dào lâm sản ngoài gỗ	Thiếu vốn, thiếu kỹ thuật Thiếu nước tưới Cơ sở hạ tầng còn yếu kém
Cơ hội	Thách thức, hiểm họa
Thị trường thuận lợi Chính sách giao đất giao rừng Chương trình 135	Dịch hại Thiên tai

(Nguồn: Nguyễn Vinh Quang, 2004)

Phân tích ma trận

Sử dụng ma trận để so sánh các nguồn thu nhập, tầm quan trọng của cây trồng, vật nuôi trong HSTNN tại địa phương. Quá trình này được thực hiện thông qua thảo luận nhóm giữa những người nông dân có kinh nghiệm tại địa phương (Bảng 2-4).

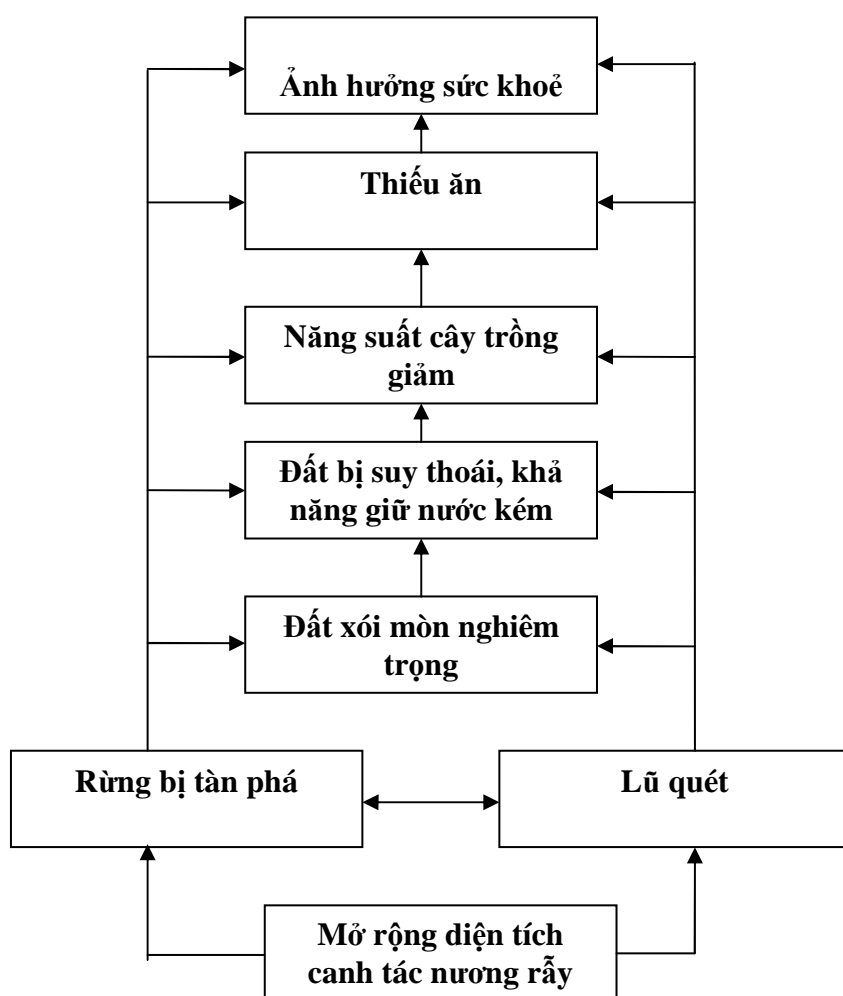
Bảng 2-4. Phân tích ma trận và tầm quan trọng của các hình thức sử dụng đất

	Lúa nương	Sắn	Ngô	Dong riềng	Lâm sản	Tổng
Lúa nước	Lúa nước	Lúa nước	Lúa nước	Lúa nước	Lâm sản	4
Lúa nương		Lúa nương	Ngô	Lúa nương	Lâm sản	2
Sắn			Ngô	Dong riềng	Lâm sản	0
Ngô				Dong riềng	Lâm sản	2
Dong riềng					Lâm sản	2
Lâm sản						5

Nguồn: Nguyễn Thanh Lâm, 2006

Cây vấn đề

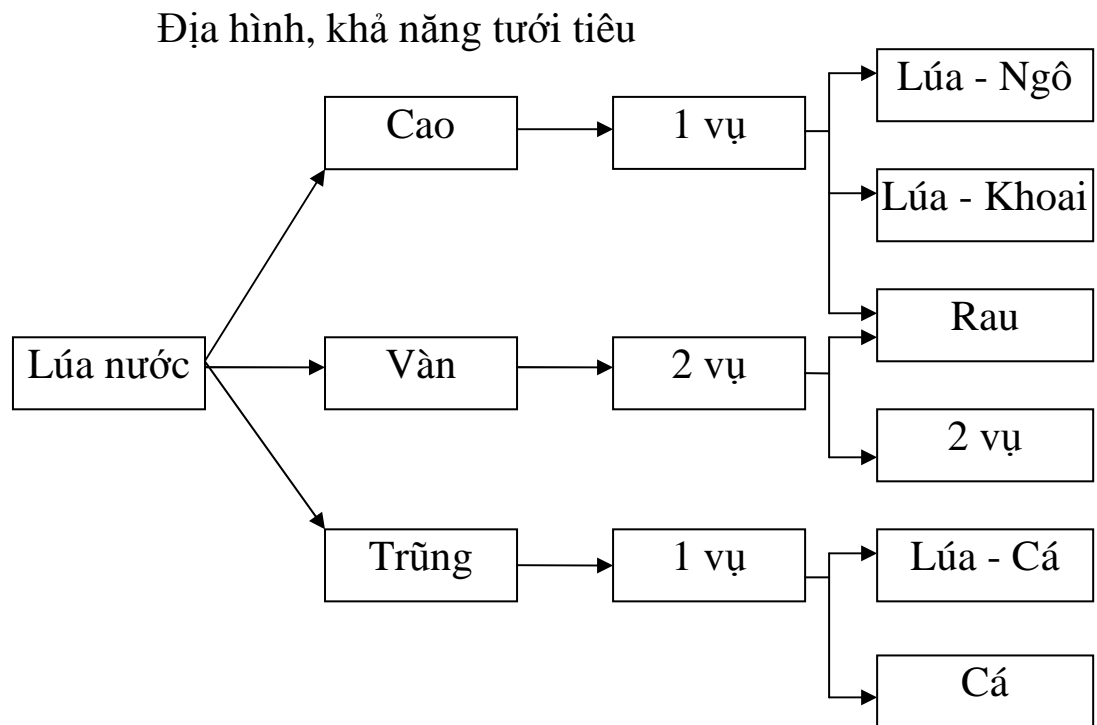
Ảnh hưởng của quá trình mở rộng diện tích canh tác nương rẫy tới sức khỏe của người dân



Hình 2-11. Ảnh hưởng của quá trình mở rộng diện tích canh tác nương rẫy tới sức khỏe của người dân

Cây logic

Sử dụng cây logic để xác định quyết định của người nông dân. Hơn ai hết, người nông dân hiểu rõ đất đai, hệ thống sản xuất của từng vùng. Lựa chọn cây trồng cho từng chân đất, từng thời vụ đều có cái “lý” của người nông dân. Trong nhiều trường hợp, cái “lý” của người dân và nhận xét của nhà khoa học không trùng nhau.

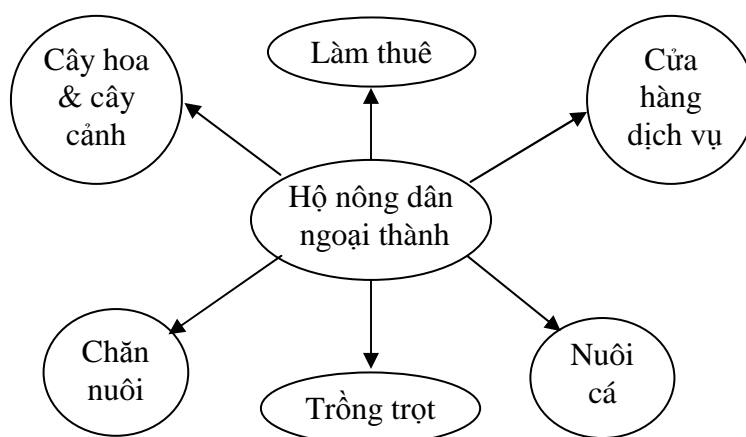


Hình 2-12. Các chiến lược sử dụng đất dựa trên logic và kinh nghiệm của người dân

Ví dụ 1: Giới thiệu về phân tích hệ sinh thái nông nghiệp vùng ven đô, đồng bằng sông Hồng (Giới thiệu thông qua ảnh)

Giới thiệu các đặc thù của người dân vùng ngoại thành:

1. Hệ thống canh tác;
2. Chuyển đổi sử dụng đất;
3. Cuộc sống ở vùng nông thôn;
4. Sử dụng lao động;
5. Các vấn đề môi trường.



Hình 2-13. Đa dạng hoá thu nhập của người nông dân ngoại thành Hà Nội.

Tóm tắt

- Nông nghiệp ngoại thành có sự biến đổi sâu sắc về chuyển dịch cơ cấu cây trồng và vật nuôi cho nền nông nghiệp hàng hoá;
- Nền nông nghiệp mang tính đa dạng và thâm canh cao;
- Thu nhập của người dân có từ nhiều nguồn;
- Những tồn tại: thiếu đất sản xuất, ô nhiễm.

3.4 Phương pháp thu thập số liệu RRA

Lịch sử hình thành

- Tên gọi “điều tra nhanh” (Rapid Appraisal) xuất phát từ nhan đề một hội thảo tổ chức vào tháng 10/1978 tại viện nghiên cứu phát triển, nước Anh.
- Điều tra chân đoán (Reconnaissance survey)/điều tra khám phá (1981-1982)
- Điều tra nông nghiệp không chính thống (bán chính quy)
- RRA (Chambers, 1983)

Định nghĩa RRA

- “Điều tra không sử dụng bảng hỏi” (Shaner và cộng sự, 1982)
- “Điều tra bán cấu trúc rộng lớn kết hợp với quan sát” (Honadle, 1979).
- “Kỹ thuật điều tra mới trong nông nghiệp: Rẻ tiền, thực tiễn và nhanh chóng” (Bradfield, 1981).
- Là một nghiên cứu ban đầu để hiểu tình huống địa phương; được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu liên ngành trong thời gian ít nhất là 4 ngày và không quá 3 tuần; thông tin thu lượm được thông qua quan sát và phỏng vấn để trả lời các câu hỏi nghi vấn đặt ra.

Để thực hiện tốt RRA (áp dụng cho phân tích hệ sinh thái nông nghiệp tại CARES)

- Thời gian: 4-20 ngày*
- Nhóm nghiên cứu đa ngành/liên ngành*
- Sử dụng các đề cương ngắn gọn, đơn giản và chú ý nghiên cứu các vấn đề về thách thức và cơ hội của HSTNN ở cấp độ cộng đồng hay từng nhóm.*
- Sắp xếp thời gian hợp lý để có sự tương tác, chia sẻ thông tin và tư liệu trong nhóm nghiên cứu.*
- Thu thập đầy đủ thông tin hiệu quả nhất trong quỹ thời gian và phương pháp thu thập số liệu cho phép.*
- Cải thiện chất lượng thông tin thu được từ phỏng vấn: lựa chọn người cung cấp thông tin, người phỏng vấn, nhóm phỏng vấn, tránh những câu hỏi trực tiếp, sử dụng phiên dịch đứng chỗ, kết hợp giữa phỏng vấn và quan sát trực tiếp.*
- Nâng cao chất lượng quan sát thông qua sử dụng các chỉ số, máy ảnh và các kỹ thuật đặc biệt.*
- Từng nhóm phải hoàn thành báo cáo của mình càng nhanh càng tốt.*
- Đảm bảo chắc chắn kết quả nghiên cứu phải có ý nghĩa đối với các quá trình ra quyết định.*
- Tránh trường hợp đoán già đoán non, nghiên cứu tản mạn, không sát thực tế và đi ngược lại các nghiên cứu cơ bản.*
- Sử dụng bản liệt kê các nội dung và lộ trình các công việc của từng thành viên/nhóm để mọi người phối hợp một cách nhịp nhàng.*

Những vấn đề tiềm ẩn

- Đoán già đoán non → nguy hiểm khi các kế hoạch hành động tiếp theo lại dựa trên những kết luận mang tính cảm tính.
- Rườm rà: bỏ nhiều thời gian nghiên cứu vụn vặt có thể là chậm tiến độ của dự án.

- Nghiên cứu hồi hợt: “đạo qua phố phường, đạo qua thị trường” thiếu các quan sát kỹ lưỡng và mang tính logic của nó. Nghiên cứu chỉ mang tính mô tả nhưng không đề cập đến các mối quan hệ của các sự kiện; nghiên cứu ít hơn 4 ngày ở cộng đồng.
- Thời gian là yếu tố hạn chế của RRA.
- Không cứng nhắc trong việc triển khai theo đề cương nghiên cứu.

Bảng liệt kê các công việc cho RRA

- Địa điểm nghiên cứu:.....
- Mục đích:.....
- Thành phần đoàn nghiên cứu (họ tên, chuyên ngành, nhiệm vụ)
- Thời gian thu thập số liệu:.....
- Thời gian thảo luận nhóm nghiên cứu:....
- Số hộ phỏng vấn
- Phương pháp chọn hộ
- Tỷ lệ về giới tính, tuổi, nghề nghiệp của những người được phỏng vấn.
- Số lượng người cung cấp thông tin chính (KI)
- Phương pháp lựa chọn KI
- Nghề nghiệp của KI
- Loại thông tin từ người cung cấp thông tin:....
- Thảo luận nhóm theo các chủ đề:....
- Thời hạn để hoàn thành báo cáo:.....

Giới thiệu các phương pháp áp dụng tại CARES trong điều tra phân tích HSTNN

Các bước cơ bản

1. *Thông báo mục đích, chủ đề, địa điểm dự định nghiên cứu cho các thành viên liên quan.*
2. *Thu xếp thời gian họp các đối tác/thành viên nghiên cứu*
3. *Thảo luận các chủ đề nội dung nghiên cứu, câu hỏi nghiên cứu.*
4. *Đưa ra các phương pháp nghiên cứu phù hợp*
5. *Các lớp thông tin cần thu thập*
6. *Dự trù kế hoạch triển khai*

Ví dụ: Nghiên cứu hệ thống canh tác

- Môi quan hệ giữa dân tộc và hệ thống canh tác
- Các hệ thống canh tác khác nhau tại lưu vực sông Cả
- Người dân đối phó với xói mòn đất canh tác như thế nào?
- Hệ thống canh tác nào có tác dụng bảo quản C nhiều nhất?
- Hệ thống canh tác giữa Lào và Việt Nam giống nhau?
- Có tồn tại những mối quan hệ giữa nhóm dân tộc và các hệ thống canh tác cụ thể/chiến lược cho sinh kế?
- Những hệ thống canh tác này sử dụng bỏ hoá và tái sinh như thế nào?

Hệ canh tác nương rẫy

- Tác động của các kiểu Canh tác nương rẫy đến mất rừng và đói nghèo?
- Quản lý Canh tác nương rẫy và quản lý rừng tại lưu vực sông Cả
- Vai trò của Canh tác nương rẫy trong kinh tế hộ.

Phương pháp nghiên cứu:

Cấp độ nông hộ/mảnh ruộng:

1. Nhật ký (Diaries)
2. Ước tính sinh khối (biomass estimation)
3. Bán cầu trúc (SSI)
4. Phiếu điều tra (Questionnaires)
5. Quan sát có sự tham gia (Participatory observation)
6. Lát cắt (Transects)
7. Đo năng suất (Yield measurements in plots)
8. Phương pháp lấy mẫu nước (Water sampling)
9. Phương pháp đo xói mòn (Pin / balance methods)
10. Bài tập vẽ bản đồ (Mapping exercise)
11. Xếp hạng (Ranking exercises)
12. Phân loại giàu nghèo (Wealth rankings)

Cấp độ Làng bản:

- (i) *Phỏng vấn nhóm*
- (ii) *Nhóm mục tiêu*
- (iii) *Bài tập xếp hạng*
- (iv) *Lát cắt*
- (v) *Phân loại giàu nghèo*
- (vi) *Phỏng vấn người cung cấp thông tin chính*
- (vii) *Liệt kê sự kiện lịch sử (Historical time lines)*
- (viii) *Lịch thời vụ*
- (ix) *Sơ đồ Venn*
- (x) *Cây vấn đề*
- (xi) *Cây logic*
- (xii) *Ma trận*

Cấp độ xã & huyện

- (i) RS / GIS/ Phân tích không gian
- (ii) Phỏng vấn theo mục tiêu
- (iii) Phỏng vấn người cung cấp thông tin chính
- (iv) Quan sát (Thị trường, giao thông)
- (v) Thu thập số liệu thứ cấp

3.5 Đặc điểm hệ sinh thái nông nghiệp

Thảo luận và trao đổi về đặc điểm hệ thống cần phải dựa trên quan điểm và sơ đồ phân tích cơ cấu/thành phần của hệ sinh thái nông nghiệp. Những công việc này nhằm xác định các mối quan hệ và những quyết định chủ chốt. Kinh nghiệm cho thấy rằng phân tích môi trường hệ thống hay các đặc tính của hệ sinh thái nông nghiệp phải được nhìn nhận ở tất cả các góc độ và các mức độ khác nhau như cấp khu vực, làng xã, nông hộ, thửa ruộng, v.v. (Conway, 1985). Tuy nhiên, vào giai đoạn cuối cùng của phân tích thành phần và cơ cấu của hệ thống, người ta thường tóm tắt những đặc điểm quan trọng của hệ thống và những mối quan hệ chủ chốt là chìa khoá cho các tác động và điều khiển hệ thống.

Bảng 2-5. Ví dụ về các mối quan hệ chủ chốt và các chỉ số xác định các thuộc tính của hệ thống của hệ sinh thái nông nghiệp ở vùng Đông Bắc Thái Lan và Lào

Đặc điểm hệ thống	Núi phía Bắc của CHDCND Lào	Đông Bắc Thái Lan
Năng suất	<ul style="list-style-type: none"> - Năng suất lúa thấp - Điều kiện nguồn tài nguyên nước - Xuất hiện dấu hiệu của thâm canh cây trồng 	<ul style="list-style-type: none"> - Nhu cầu thị trường thế giới tăng mạnh (từ EEC) - Chính sách trợ giá phân bón của nhà nước. - Phát triển tài nguyên nước
Ổn định	<ul style="list-style-type: none"> - Khô hạn, lũ lụt, mưa nắng thất thường - Đa dạng hoá sản xuất 	<ul style="list-style-type: none"> - Lượng mưa, đặc biệt hiện tượng lũ lụt và hạn hán - Năng suất lúa thấp trên chân ruộng vằn cao - Vấn đề di dân thành phố còn rất phổ biến - Đa dạng hoá sản xuất nông nghiệp còn hạn chế
Bền vững	<ul style="list-style-type: none"> - Rừng bị suy thoái - Xói mòn và suy giảm dinh dưỡng - Bảo vệ đất, nước, cây trồng - Tính hợp tác 	<ul style="list-style-type: none"> - Gia tăng nhiễm mặn - Gia tăng tỷ lệ nợ trong cộng đồng - Phá huỷ các mối quan hệ, đạo đức truyền thống
Công bằng	<ul style="list-style-type: none"> - Quyền hưởng dụng đất - Nông nghiệp tự cung tự cấp - Đa dạng hoá nông nghiệp - Liên hệ giữa các tổ chức, nỗ lực của các cấp chính quyền 	<ul style="list-style-type: none"> - Phân bổ tín dụng - Chia sẻ lương thực - Đa dạng hoá sản phẩm - Các chương trình phát triển nông thôn của chính phủ

Nguồn: Conway, 1985; Gillogly và ctv., 1990.

3.6 Câu hỏi khoá (câu hỏi trọng tâm)

3.6.1 Câu hỏi khoá (câu hỏi trọng tâm)

Câu hỏi trọng tâm nảy sinh từ các bước phân tích hệ sinh thái nông nghiệp trong quá trình xác định hệ thống, thuộc tính của hệ thống và hệ thống môi trường xung quanh. Các câu hỏi này cần được ghi chép lại cẩn thận và chúng được hiệu chỉnh lại thông qua ý kiến tập thể các nhà nghiên cứu trong khuôn khổ của các thông tin sẵn có. Kinh nghiệm của các nhà nghiên cứu thuộc mạng lưới các trường Đại học ở Đông Nam Á (SUAN) đã chỉ ra rằng một số câu trả lời có thể được tìm thấy ngay lập tức trong quá trình đi thực tế xuống điểm nghiên cứu, một số câu hỏi khác cần phải điều chỉnh nội dung cho phù hợp với điều kiện thực tế và một số câu hỏi khác tỏ ra hão huyền, không sát với tình hình tại địa phương. Trong điều tra nhanh nông thôn, các nhà nghiên cứu thường chuẩn bị sẵn một bộ các câu hỏi mang tính chất định hướng nghiên cứu và nhằm thu thập đầy đủ thông tin trên thực địa. Bộ câu hỏi này được thiết lập nhờ những buổi thảo luận hoặc hội thảo giữa các thành viên nghiên cứu.

Tầm quan trọng của câu hỏi khoá và giả thiết nghiên cứu:

- Giúp các nhà nghiên cứu STNN có một hướng đi trọng tâm, giải quyết vấn đề theo đúng mục tiêu đặt ra;
- Lựa chọn được các phương pháp thu thập số liệu và phân tích phù hợp;
- Tiết kiệm được thời gian, công sức, kinh phí từ lúc xây dựng ý tưởng đến khi đi xuống thực địa thu thập số liệu và phân tích để tìm ra giải pháp;

Trong quá trình xây dựng các câu hỏi khoá, một số lưu ý đối với nhà nghiên cứu được đề cập nhằm tránh những sai sót đáng tiếc có khả năng xảy ra như sau:

- Không đưa ra những câu hỏi mang tính thành kiến sẽ dẫn đến lệch hướng trong phương pháp nghiên cứu;

Ví dụ: Có phải việc trồng cà phê đem lại thu nhập cao hơn trồng điều hay không?

- Câu hỏi đưa ra phải có địa chỉ (cho ai, để làm gì, ...);
- Luôn đặt ra câu hỏi: liệu ta có thể đặt câu hỏi cụ thể hơn nữa không;
- Xây dựng một tập hợp câu hỏi phụ để phục vụ cho câu hỏi chính.

Các câu hỏi khoá sẽ được xây dựng và thiết kế tùy theo mục đích của nhà nghiên cứu. Các dạng câu hỏi sẽ khác nhau theo mức độ quan tâm của những người xây dựng lên nó. Ví dụ: cán bộ khoa học kỹ thuật chú ý nhiều hơn đến các biện pháp kỹ thuật, nhà chính sách chú ý đến khía cạnh quản lý.

Ví dụ:

- Trồng rừng theo kiểu nông lâm kết hợp có tác dụng như thế nào đối với mức độ đất bị xói mòn? (Bộ NN và PTNT);
- Quá trình giao đất, giao rừng cho các cộng đồng dân cư ở tỉnh Nghệ An gặp những khó khăn gì? (nhà chính sách, quản lý);
- Cộng đồng sống gần rừng sẽ gặp những khó khăn gì khi thực hiện chính sách hạn chế canh tác nương rẫy? (chính sách)
- Những nhân tố nào cản trở người dân trồng ngô lai? (khuyến nông)

3.6.2 Câu hỏi khoá và câu hỏi phụ

Kinh nghiệm cho thấy để đi đến đích bao giờ người ta cũng phải trải qua các giai đoạn trung gian. Bên cạnh các câu hỏi khoá người ta phải đặt ra hàng loạt các câu hỏi phụ để phục vụ cho câu hỏi trọng tâm.

Ví dụ:

Quá trình giao đất, giao rừng cho các cộng đồng dân cư ở tỉnh Nghệ An diễn ra như thế nào? (câu hỏi khoá). Người cung cấp thông tin sẽ trả lời câu hỏi này, nhưng thông tin thu thập được dễ bị phân tán và có thể bị thiếu thông tin. Cán bộ phỏng vấn phải dựa vào bộ các câu hỏi phụ để thu thập thông tin như sau:

- Ai là người thực hiện quá trình giao đất giao rừng?
- Tỷ lệ số hộ được giao đất giao rừng?
- Người dân đã làm gì với mảnh rừng được giao?
- Những điều ràng buộc/quy định/cam kết có được người dân phục tùng hay không?
- Người dân được hưởng lợi những gì thông qua quá trình giao đất giao rừng?
- Người dân có thái độ/phản hồi như thế nào với tiến trình giao đất rừng?
- Những bất cập trong quá trình giao đất giao rừng là gì?

3.7 Xây dựng đề cương nghiên cứu và thực hiện

Giai đoạn cuối cùng của phân tích hệ sinh thái nông nghiệp là kiểm chứng các giả thuyết ở trong phòng thí nghiệm hoặc trên thực nghiệm. Trong giai đoạn này các hội thảo đa ngành có thể được tổ chức nhằm xây dựng các đề cương nghiên cứu và thiết lập lộ trình thực hiện nghiên cứu/dự án. Kết quả các hội thảo kiểu này có thể giống như các chương trình nghiên cứu được xây dựng lên từ các cá nhân hoặc tập thể nghiên cứu. Nhưng nó có điểm khác biệt quan trọng là nó được xây dựng từ tập thể đa ngành, liên ngành. Đồng thời các kết quả được phản hồi và được xem xét một cách chi tiết tại các hội thảo.

Thực tế cho thấy rằng không nhất thiết tất cả các câu hỏi khoa học được trả lời hoặc nghiên cứu bởi tất cả các thành viên trong hội thảo. Một số câu hỏi có thể thuộc lĩnh vực nằm ngoài khả năng chuyên môn của các thành viên trong nhóm phân tích hệ sinh thái nông nghiệp. Nhưng ban tổ chức hội thảo có thể mời các thành viên khác có liên quan đến lĩnh vực chuyên môn tham gia vào quá trình nghiên cứu.

Trong phần này sinh viên sẽ làm quen với các kiểu thiết kế đề cương nghiên cứu được sử dụng trong phân tích hệ sinh thái nông nghiệp. Tính đa dạng của các hướng nghiên cứu phụ thuộc vào mục đích, nội dung, thời gian, độ lớn và khả năng của các nhà nghiên cứu. Phương pháp xây dựng đề cương nghiên cứu hệ sinh thái nông nghiệp với những lưu ý và phân tích tầm quan trọng của các công đoạn/các bước nghiên cứu được trình bày như sau:

- **Vấn đề hoặc mục đích nghiên cứu:**

- Anh (chị) muốn nghiên cứu vấn đề gì?
- Tại sao?
- Vấn đề đó có ý nghĩa thực tiễn hay không?
- Đóng vai trò gì trong quá trình phát triển một nền nông nghiệp bền vững?

- **Tổng quan tài liệu:**

- Những công trình nghiên cứu đề cập vấn đề nghiên cứu của anh (chị) như thế nào?
- Cơ sở lý luận về vấn đề cần nghiên cứu ở mức độ nào?
- Những nghiên cứu liên quan?
- Các kết quả nghiên cứu đồng nhất hay đưa ra các kết quả trái ngược nhau?
- Anh (chị) có cảm thấy thật sự cần thiết để cập nhật và củng cố các khối lý thuyết và thực tiễn đó hay không?

- **Nội dung nghiên cứu:**

- Để thu thập số liệu phù hợp thì đối tượng nghiên cứu/nội dung nghiên cứu là gì (phải hết sức rõ ràng)?
- Xác định nội dung cụ thể, các nội dung phụ để hỗ trợ hoặc làm rõ ý nghĩa của nội dung chính. Anh (chị) hãy xem xét, liệu có phương pháp nào để thu thập các nội dung anh (chị) muốn tìm hiểu? Phương pháp có được mọi người công nhận hay không? Anh (chị) có áp dụng những phương pháp đó được không?
- Nếu như vậy, anh (chị) sẽ làm như thế nào? Những nhân tố nào sẽ ảnh hưởng đến nội dung nghiên cứu của anh? Làm thế nào mà anh (chị) giảm thiểu các tác động nhiễu loạn đó?

- **Các công cụ thu thập số liệu:**

- Các thông số cụ thể trong nghiên cứu của anh (chị) là gì?
- Làm thế nào để xác định và đo đếm các chỉ số đó?

- Các khái niệm và phương pháp quan trắc thu thập thông tin và phân tích số liệu của anh (chị) có lặp lại hay khác với nghiên cứu trước đó hay không?
- Nếu anh (chị) muốn xây dựng riêng cho mình các phương pháp riêng biệt thì hãy liệt kê và mô tả kỹ lưỡng phương pháp áp dụng cho vào phân phụ lục để người đọc tiện theo dõi.
- **Phương pháp thu thập số liệu:** Anh (chị) sẽ thu thập số liệu như thế nào cho nghiên cứu của mình? Anh (chị) sẽ làm thí nghiệm hoặc điều tra? Anh (chị) sẽ nghiên cứu ngoài thực địa hoặc phân tích lại số liệu của người khác? Tất nhiên anh (chị) sẽ sử dụng nhiều phương pháp nghiên cứu.
- **Phân tích số liệu:** Hãy nêu rõ các dạng phân tích hoặc phương pháp anh muốn áp dụng trong nghiên cứu. Hãy đưa ra các logic của anh (chị) trong quá trình phân tích. Anh muốn mô tả/nghiên cứu một cách chính xác hay anh muốn nghiên cứu xu hướng. Anh (chị) muốn nghiên cứu và giải thích các sự kiện hay hiện tượng và dự đoán trong tương lai dựa trên những luận cứ khoa học?
- **Kế hoạch thực hiện:** Anh (chị) sẽ gặp rất nhiều thuận lợi trong quá trình nghiên cứu/thực hiện dự án nếu anh (chị) xây dựng được kế hoạch từng bước thực hiện nghiên cứu. Thậm chí trong đề cương nghiên cứu không có dự trù thì anh (chị) hãy lên kế hoạch cho bản thân anh (chị). Anh (chị) sẽ gặp phiền toái hoặc chậm tiến độ nghiên cứu nếu như thời khoá biểu các công việc chưa được thực hiện theo đúng lộ trình.
- **Dự trù kinh phí:** Khi anh (chị) muốn cơ quan tài trợ trang trải các chi phí trong quá trình nghiên cứu, anh (chị) phải liệt kê chi tiết các khoản chi theo yêu cầu của cơ quan tài trợ. Thông thường nó bao gồm các khoản đi lại, công tác phí, máy móc, văn phòng phẩm, photocopy, in ấn, điện thoại và gửi thư. Thậm chí các dự án nghiên cứu được trang trải bởi bản thân anh (chị) thì các khoản chi cũng nên liệt kê để anh (chị) quản lý tài chính một cách tốt hơn.

Kết luận

Như các anh (chị) đã thấy các phần trình bày ở trên, nếu anh (chị) muốn nghiên cứu về hệ sinh thái nông nghiệp thì anh (chị) phải xây dựng đề cương nghiên cứu dựa trên nguyện vọng và tấm lòng yêu nghề của cá nhân anh (chị), thậm chí giáo viên hoặc cơ quan tài trợ không bắt anh (chị) phải làm như vậy. Nếu anh (chị) muốn đầu tư thời gian và năng lượng cho những dự án như thế thì anh (chị) hãy cố gắng làm tất cả những gì có thể để đảm bảo chắc chắn rằng người trồng cây sẽ có ngày được hái quả.

Tài liệu đọc thêm

Conway, G.R. 1985. Agroecosystem analysis. Agricultural administration 20, 31-55.

Peter M. Horne và Werner W.S. 2002. Phát triển các giải pháp nông nghiệp cho nông hộ; cách khởi đầu với phương pháp tiếp cận có sự tham gia. Dịch ra tiếng Việt bởi Lê Văn An và Tôn Nữ Tiên Sa. ACIAR và CIAT xuất bản.

Phạm Chí Thành, Phạm Tiến Dũng, Đào Châu Thu, Trần Đức Viên. 1996. Hệ thống nông nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội.

Trần Đức Viên. 1998. Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

Trần Đức Viên (Chủ biên). 2001. Thành tựu và thách thức trong quản lý tài nguyên và cải thiện cuộc sống của người dân ở trung du miền núi Việt Nam. Nhà xuất bản chính trị Quốc gia. Hà Nội.

TÓM TẮT

Tiếp cận phân tích hệ sinh thái nông nghiệp là phương pháp phân tích các thành phần của hệ thống (*pattern analysis*) nhằm tìm hiểu các chức năng chính của từng đơn vị cấu thành đầu ra của tất cả các hệ thống nông nghiệp. Các bước phân tích hệ sinh thái nông nghiệp bao gồm xác định hệ thống, phân tích các thành phần của hệ sinh thái nông nghiệp, xây dựng giả thiết nghiên cứu, xây dựng đề cương nghiên cứu và thực hiện. Xác định hệ thống bao gồm mô tả các thành phần của hệ thống, các mối quan hệ, các dòng năng lượng vào và ra khỏi hệ thống, xác định ranh giới của hệ thống, các mối tương tác đến hệ thống, bao gồm cả các tác động tiềm ẩn. Bước thứ hai là phân tích thành phần của hệ thống theo không gian, thời gian, các dòng vật chất và năng lượng và các quyết định của người dân ở các cấp nhằm xác định các hạn chế và tiềm năng để quản lý hệ thống đó. Các công cụ thu thập thông tin và phân tích hệ sinh thái nông nghiệp phổ dụng được giới thiệu ở trong phần này nhằm bổ sung các kỹ năng cần thiết cho học viên.

Giai đoạn cuối cùng của phân tích hệ sinh thái nông nghiệp là kiểm chứng các giả thuyết ở trong phòng thí nghiệm hoặc trên thực nghiệm. Các câu hỏi và giả thiết được xây dựng trong quá trình nghiên cứu hoặc các cuộc trao đổi giữa các thành viên nghiên cứu. Để làm tốt vấn đề này, công việc xây dựng đề cương nghiên cứu và thực hiện đóng một vai trò rất quan trọng. Công việc này bao gồm xác định các câu hỏi khoa học về chức năng quan trọng của hệ thống, đặc biệt là các giải pháp có thể để khắc phục hạn chế của hệ thống và nâng cao sản lượng và tính bền vững.

Câu hỏi ôn tập

1. Anh (chị) hãy cho biết mục đích phân tích hệ sinh thái nông nghiệp?
2. Hãy liệt kê các nội dung chính của phân tích HSTNN?
3. Hãy nêu 4 mặt định trong phân tích HSTNN?
4. Anh (chị) hiểu như thế nào về phương pháp “lấy không gian bù thời gian”? Ưu và nhược điểm của phương pháp này là gì?
5. Hãy nêu các thủ tục/các bước phân tích hệ sinh thái nông nghiệp?
6. Anh (chị) hiểu như thế nào về phân tích đặc tính hệ thống theo không gian?
7. Anh (chị) hiểu như thế nào về phân tích đặc tính hệ thống theo thời gian?
8. Anh (chị) hiểu như thế nào về phân tích đặc tính hệ thống theo các dòng vật chất/năng lượng?
9. Anh (chị) hiểu như thế nào về phân tích đặc tính hệ thống theo quyết định của người dân? Công cụ phân tích này có ý nghĩa như thế nào trong phân tích môi trường xã hội của hệ thống nông nghiệp?
10. Anh (chị) hãy nêu vai trò của lát cắt trong nghiên cứu môi trường hệ thống của HSTNN?
11. Sơ đồ VENN có ý nghĩa như thế nào trong nghiên cứu ảnh hưởng của các tổ chức, đoàn thể đến quản lý tài nguyên và môi trường sản xuất nông nghiệp?
12. Anh (chị) hãy cho biết sử dụng ma trận để giải quyết những vấn đề gì trong phân tích HSTNN?

13. Anh (chị) hiểu như thế nào về cây “vấn đề”?
14. Anh (chị) hiểu như thế nào về cây “quyết định”?
15. Anh (chị) hiểu như thế nào về cây “Logic”?
16. Hãy liệt kê những lưu ý khi sử dụng công cụ RRA?
17. Anh (chị) hiểu như thế nào về vai trò của câu hỏi khoá/câu hỏi trọng tâm?
18. Giả thiết nghiên cứu được hình thành từ khi nào? Vai trò của chúng trong tiếp cận và phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp?
19. Tại sao phải có các câu hỏi phụ?
20. Xây dựng đề cương nghiên cứu/kế hoạch thực hiện gồm những bước gì? Tại sao cần phải đề cao tính “hiện thực” trong xây dựng đề cương?

Bài tập thực hành

Sinh viên nghiên cứu ở nhà và trao đổi trên lớp thông qua các buổi thảo luận nhóm và seminar về nội dung các bài tập liên quan đến một số phân tích, đánh giá cơ bản về hệ thống môi trường nông nghiệp.

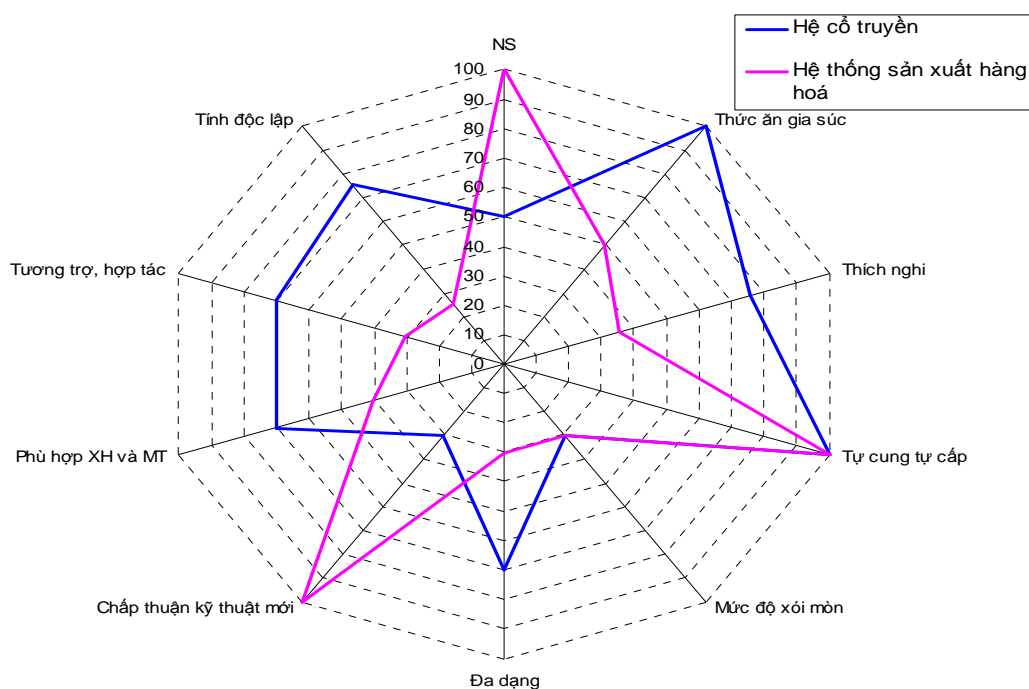
Bài tập số 1. Anh (chị) có nhận xét gì về cơ cấu giống lúa nước và mức đầu tư phân bón tại bản vùng cao thuộc tỉnh Hoà Bình (bảng 2-6)?

Bảng 2-6. Mức đầu tư phân bón cho canh tác lúa nước tại bản vùng cao, tỉnh Hoà Bình

Chỉ tiêu	Vụ Chiêm	Vụ Mùa
Đạm:		
Liều lượng (kg N/ha)	45	38
% số hộ sử dụng	80%	75%
Lân:		
Liều lượng (kg P ₂ O ₅ /ha)	33	21
% số hộ sử dụng	50%	45%
Kali:		
Liều Lượng (kg K ₂ O)	27	18
% số hộ sử dụng	55%	40%
Phân chuồng:		
Liều lượng (kg/ha)	3200	2400
% số hộ sử dụng	65%	65%
Phân xanh		
Liều lượng (kg/ha)	600	600
% số hộ sử dụng	40%	25%
Vôi		
Liều Lượng (kg/ha)	n.a	0
% số hộ sử dụng	15%	0%
Thuốc trừ sâu		
% số hộ sử dụng	35%	65%
Giống (% số hộ sử dụng)		
- Giống lai	35%	15%
- Giống thuần	60%	65%
- Giống tái sử dụng	5%	20%

Nguồn: Nguyễn Thanh Lâm, 2006.

Bài tập số 2. Anh (chị) hãy so sánh hệ canh tác nông nghiệp cổ truyền và hệ thống sản xuất hàng hoá (Hình 2-14)?



Hình 2-14. So sánh hệ canh tác nông nghiệp cổ truyền và hệ thống sản xuất hàng hoá

Bài tập số 3. Anh (chị) hãy phân tích thay đổi cơ cấu thu nhập trước và sau khi thu hồi đất tại dự án Long Việt (bảng 2-7)? Chiến lược của người nông dân khi bị thu hồi đất ở trường hợp này sẽ như thế nào?

Bảng 2-7. Cơ cấu thu nhập của người dân trước và sau khi thu hồi đất tại một địa bàn thuộc huyện Mê Linh

STT	Các nguồn thu nhập	Trước thu hồi đất		Sau thu hồi đất	
		Giá trị (1000 đ)	Tỷ lệ (%)	Giá trị (1000 đ)	Tỷ lệ (%)
1	Thu từ nông nghiệp	1.348,32	42,14	395,75	8,19
1.1	Lúa	509,88	15,93	0,00	0,00
1.2	Rau màu	369,74	11,55	61,20	1,27
1.3	Chăn nuôi	468,71	14,65	334,55	6,93
2	Thu từ phi nông nghiệp	1.851,68	57,87	4.434,25	91,81
2.1	Làm công ăn lương	789,76	24,68	1.182,11	24,47
2.2	Trợ cấp	78,05	2,44	97,20	2,01
2.3	Dịch vụ	345,53	10,80	1.395,55	28,89

2.4	Buôn bán nhỏ	167,94	5,25	974,81	20,18
2.5	Thu từ nguồn khác	470,40	14,70	784,59	16,24
	Tổng thu nhập	3.200,00	100,00	4.830,00	100,00

Nguồn: Hoàng Thị Anh (2006)

Bài tập số 4. Anh (chị) có suy nghĩ gì về hiện trạng sử dụng đất của Việt Nam dựa trên các thông số của bảng 2-8, 2-9?

Bảng 2-8. Hiện trạng sử dụng đất của Việt Nam năm 2003

Loại đất	Diện tích (ha)	So với cả nước (%)	So với cùng loại (%)
Diện tích đã sử dụng	23.222.300	70,53	100,00
Đất nông nghiệp	9.382.500	28,50	40,40
Đất lâm nghiệp	11.823.800	35,91	50,91
Đất chuyên dùng	1.568.300	4,76	6,75
Đất ở	447.700	1,36	1,93
Diện tích đất chưa sử dụng	9.702.400	29,47	100,00
Đất đồi núi chưa sử dụng	7.411.200	22,51	76,38
Đất bằng	547.900	1,66	5,65
Đất có mặt nước	150.900	0,49	1,56
Đất chưa sử dụng khác	222.300	0,68	2,29
Diện tích sông suối, núi đá	1.370.100	4,16	14,12
Tổng diện tích cả nước	32.924.700	100,00	

Nguồn: Tổng cục thống kê (2004)

Bảng 2-9. So sánh điều kiện tự nhiên và chu trình dinh dưỡng ở vùng nhiệt đới và ôn đới

Chỉ số	Nhiệt đới	Ôn đới
Khí hậu	Nhiệt độ trung bình cao, trồng trọt được quanh năm	Nhiệt độ trung bình thấp, có mùa đông băng giá.
Cơ sở trồng trọt	Dựa vào cây lâu năm	Dựa vào cây hàng năm
Khả năng tích lũy dinh dưỡng	Chủ yếu trong sinh khối	Trong đất
Khả năng dự trữ các chất dinh dưỡng	Dễ bị phong hoá, xói mòn và rửa trôi	Có khả năng tồn tại lâu ở trong đất
Chu trình dinh dưỡng	Phụ thuộc điều kiện sinh học	Phụ thuộc điều kiện vật lý

Nguồn: Trần Đức Viên và Phạm Văn Phê (1998)

CHƯƠNG III. PHÂN TÍCH BỀN VỮNG TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

Ngày nay trên thế giới cũng như ở Việt Nam, nhiều nỗ lực được thực hiện nhằm quan tâm đến đánh giá tính bền vững của một hệ thống như hệ thống canh tác, hệ sinh thái, hệ thống nông nghiệp, hệ thống xã hội, v.v. Nhưng các quan điểm và khái niệm về bền vững hoặc nông nghiệp bền vững rất đa dạng. Do vậy, hiện nay vẫn tồn tại nhiều tranh luận xung quanh các phương pháp xác định tính bền vững của hệ thống trong nông nghiệp. Người học và các nhà nghiên cứu luôn luôn đặt ra câu hỏi: Thế nào là bền vững tính bền vững? Nó được hiểu như thế nào trong sản xuất nông nghiệp? Phương pháp đánh giá bền vững của một hệ thống cụ thể ra sao? Nên dùng các chỉ số hay chỉ tiêu gì để đánh giá môi trường và các thuộc tính của hệ thống? Chương này sẽ trình bày khái quát về nông nghiệp bền vững, phương pháp phân tích đánh giá tính bền vững của một hệ thống (hệ thống nông nghiệp) theo một số quan điểm và phương pháp của các tác giả trong nước và quốc tế để giúp người đọc cùng chia sẻ, tiến tới xây dựng nền nông nghiệp bền vững của Việt Nam.



Ảnh 3-1. Ruộng bậc thang ở Sa Pa, Lào Cai.

Nội dung được đề cập đến trong chương này:

- ❖ Quan điểm phát triển bền vững;
- ❖ Nông nghiệp bền vững lối đi trong tương lai;
- ❖ Phương pháp phân tích nông nghiệp bền vững.

Học xong chương này sinh viên cần nắm được:

- ❖ Lý thuyết về phát triển bền vững được đề cập trong AGENDA 21;
- ❖ Khái niệm về nông nghiệp bền vững;
- ❖ Các phương pháp tiếp cận trong phân tích nông nghiệp bền vững, phân tích các nhân tố tác động của môi trường bên ngoài đến các thuộc tính của hệ thống.

I. Quan điểm phát triển bền vững

1.1 Phát triển bền vững là gì?

Mặc dù có nhiều khái niệm phát triển bền vững ra đời từ những thập niên 70, 80, tuy nhiên khái niệm về phát triển bền vững đã được cộng đồng thế giới công nhận lần đầu tiên tại hội nghị Quốc tế về môi trường và phát triển bền vững năm 1987. Hội nghị đã khẳng định *“Phát triển bền vững là sự phát triển nhằm đáp ứng những nhu cầu của thế hệ hiện tại mà không làm tổn hại tới khả năng đáp ứng nhu cầu của các thế hệ tương lai”*. Mọi người đều công nhận rằng: “phát triển bền vững có nghĩa là cả ba khía cạnh chủ yếu liên quan tới đời sống của nhân loại là kinh tế, xã hội và môi trường phải được tổng hoà, kết hợp và lồng ghép khi có thể và được cân đối một cách có hiệu quả qua các chính sách, cơ chế, công cụ và qua quá trình thực hiện chính sách”. Phát triển bền vững giống như xây dựng một toà nhà kinh tế-xã hội trên nền móng môi trường và các quy luật sinh thái (Agenda 21). Toà nhà chỉ bền vững khi cả khung nhà, mái nhà và nền móng đều vững chắc, gắn kết chặt chẽ và hài hoà với nhau.

Chương trình nghị sự 21 toàn cầu, Rio de Janero (1992) đã nhấn mạnh: “Để đảm bảo có một tương lai an toàn hơn, phồn vinh hơn, chúng ta chỉ có một con đường là giải quyết một cách cân đối các vấn đề về môi trường và phát triển cùng một lúc”.

1.2 Chương trình nghị sự 21 là gì?

“Thông điệp trước tiên và hàng đầu của chúng ta là hướng về con người-mà cuộc sống của họ là mục đích tối cao của tất cả chính sách về môi trường và phát triển”.

1.3 Chương trình nghị sự 21 của Việt Nam

Ngày 17/8/2004, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 153/2004/QĐ-TTg phê duyệt và ban hành định hướng Phát triển bền vững ở Việt Nam. Chương trình *ngị sự 21 của Việt Nam* đã đề ra 8 nguyên tắc cơ bản và 19 lĩnh vực ưu tiên. Đây chính là những nguyên tắc cơ bản được ứng dụng trong quy hoạch và phát triển kinh tế xã hội ở Việt Nam. Các nhà phân tích, các nhà chính sách cũng như các nhà nghiên cứu dựa trên những nguyên tắc cơ bản này để đánh giá bền vững của hệ thống.

8 nguyên tắc cơ bản

- (i) Con người là trung tâm của phát triển bền vững;
- (ii) Phát triển kinh tế là nhiệm vụ trung tâm, kết hợp chặt chẽ và hài hoà với phát triển xã hội, khai thác hợp lý, sử dụng tiết kiệm và hiệu quả tài nguyên thiên nhiên theo nguyên tắc “kinh tế, xã hội và môi trường cùng có lợi”;
- (iii) Bảo vệ và cải thiện chất lượng môi trường phải được coi là yếu tố không thể tách rời của quá trình phát triển;
- (iv) Phát triển phải đáp ứng một cách công bằng nhu cầu của thế hệ hiện tại và không gây trở ngại tới cuộc sống của các thế hệ tương lai;
- (v) Khoa học và công nghệ là nền tảng và động lực cho công nghiệp hoá, hiện đại hoá, phát triển nhanh, mạnh và bền vững đất nước;
- (vi) Phát triển bền vững là sự nghiệp của toàn Đảng, toàn dân, của các cấp chính quyền và của các bộ, ngành, địa phương, của các cơ quan, đoàn thể xã hội và của các doanh nghiệp;
- (vii) Gắn chặt việc xây dựng nền kinh tế độc lập tự chủ với chủ động hội nhập kinh tế quốc tế để phát triển bền vững đất nước;

- (viii) Kết hợp chặt chẽ phát triển kinh tế-xã hội, bảo vệ môi trường với đảm bảo quốc phòng, an ninh và trật tự an toàn xã hội.

19 lĩnh vực ưu tiên:

- (i) Duy trì tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững;
- (ii) Thay đổi mô hình sản xuất và tiêu dùng theo hướng thân thiện với môi trường;
- (iii) Thực hiện quá trình “công nghiệp hoá sạch”;
- (iv) Phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững;
- (v) Phát triển bền vững các vùng và địa phương;
- (vi) Tập trung nỗ lực để xoá đói, giảm nghèo, đẩy mạnh thực hiện tiến bộ và công bằng xã hội;
- (vii) Tiếp tục giảm mức tăng dân số và tạo thêm việc làm cho người lao động;
- (viii) Định hướng quá trình đô thị hoá và di dân nhằm phát triển bền vững các đô thị, phân bố hợp lý dân cư và lao động theo vùng;
- (ix) Nâng cao chất lượng giáo dục để nâng cao dân trí và trình độ nghề nghiệp, phù hợp với yêu cầu của sự nghiệp phát triển đất nước;
- (x) Phát triển về số lượng và nâng cao chất lượng của dịch vụ chăm sóc sức khỏe, cải thiện các điều kiện lao động và vệ sinh môi trường;
- (xi) Chống tình trạng thoái hoá đất, sử dụng hiệu quả và bền vững tài nguyên đất;
- (xii) Bảo vệ môi trường nước và sử dụng bền vững tài nguyên nước;
- (xiii) Khai thác hợp lý và sử dụng bền vững tài nguyên khoáng sản;
- (xiv) Bảo vệ môi trường biển, ven biển và phát triển tài nguyên biển;
- (xv) Bảo vệ và phát triển rừng;
- (xvi) Giảm ô nhiễm không khí ở các đô thị và khu công nghiệp;
- (xvii) Quản lý chất thải rắn và chất thải nguy hại;
- (xviii) Bảo tồn đa dạng sinh học;
- (xix) Thực hiện các biện pháp làm giảm nhẹ biến đổi khí hậu và hạn chế những ảnh hưởng có hại của biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai.

II. Nông nghiệp bền vững lối đi trong tương lai

2.1 Quan niệm về nông nghiệp bền vững

Tính bền vững của hệ thống là khả năng của hệ thống có thể duy trì được trước biến động đột xuất và lâu dài của môi trường hoặc những ảnh hưởng lớn khác (Gordon R. Conway, 1984).

Nông nghiệp bền vững (NNBV) được biểu hiện qua không gian, thời gian, là nói đến khả năng duy trì sức sản xuất của hệ thống trên cơ sở nguồn tài nguyên. Để đánh giá một hệ thống có bền vững không, cần có các số đo về sinh học và kinh tế xã hội (A. Ham blin, 2005).

Trên cơ sở bốn đặc tính của hệ sinh thái nông nghiệp là: Năng suất, ổn định, công bằng và bền vững, Gordon R. Conway (1987) lại cho rằng tính bền vững là khả năng của một hệ sinh thái nông nghiệp để duy trì năng suất khi bị ảnh hưởng của những biến động đột xuất của môi trường, nông nghiệp bền vững được đánh giá bởi một xu thế không âm qua các số đo về đầu ra. Lynam và Herdt (1989) cho rằng:

- Tính bền vững là một chỉ tiêu thích hợp để đánh giá các kỹ thuật nông nghiệp được sử dụng trong hệ thống và hầu hết các trường hợp, các chỉ tiêu không thể được áp dụng theo kinh nghiệm đặc biệt là hệ thống canh tác.
- Để xác định khả năng bền vững ở mức độ cây trồng, hệ thống trồng trọt hoặc hệ thống canh tác số đo thích hợp của đầu ra là tổng năng suất được coi như tổng giá trị của các đầu ra trong một chu kỳ của hệ thống chia cho tổng giá trị đầu vào của hệ thống. Tính

bền vững được đặc trưng bởi hiệu quả năng suất của hệ thống qua thời gian mà đầu ra là phần trung tâm của tính bền vững. Thời gian có thể là 3 - 5 năm hoặc nhiều hơn.

- Tính bền vững của hệ thống không thể đo được khi không xác định được các nhân tố thể hiện tính không bền vững.
- Liệu tính bền vững có thể là tiêu chuẩn của các chương trình nghiên cứu hay không phụ thuộc vào khu vực mục tiêu của chúng. Tính không bền vững thường được giới hạn theo địa phương hoặc khu vực và phụ thuộc vào các nhân tố như tỉ lệ tăng về nhu cầu ngoại sinh của hệ thống, môi trường khí hậu nông nghiệp và mức độ sử dụng tương đối của hệ thống.
- Tính bền vững của hệ thống tài nguyên nói chung cần kết hợp với việc điều chỉnh giá trị trên nhiều chỉ tiêu và quan tâm đến việc cộng đồng muốn sử dụng tài nguyên như thế nào. Hơn thế nữa, tính bền vững của hệ thống sẽ yêu cầu nhiều hơn về thể chế xã hội đang điều khiển quá trình và sử dụng hơn là các kĩ thuật sản xuất.
- Phân chia các giải pháp nghiên cứu về vấn đề bền vững thành hai chiến lược phân biệt và so sánh là tính hiệu quả. Ví dụ như nghiên cứu sinh học phải hoàn thiện việc sử dụng liên tiếp các đầu vào một cách tích cực trong các hệ thống canh tác nhiệt đới.
- Tính bền vững trước hết được xác định ở mức hệ thống cao nhất sau đó đến các mức thấp hơn, và như một hệ quả, tính bền vững của một hệ thống không cần phụ thuộc vào tính bền vững của các hệ phụ.

Để hiểu biết tính bền vững, FAO (2005) đã phân biệt 7 quan điểm về hệ thống nông nghiệp và hệ thống canh tác bền vững như sau:

- (i) Một hệ thống canh tác bền vững là hệ thống mà trong đó nguồn tài nguyên thiên nhiên được quản lí sao cho năng suất cây trồng không bị giảm theo thời gian;
- (ii) Một hệ thống canh tác bền vững là một hệ thống mà nguồn tài nguyên thiên nhiên được quản lí để cho chúng không bị suy giảm theo thời gian;
- (iii) Hệ thống canh tác bền vững là hệ thống thoả mãn các điều kiện tối thiểu về tính ổn định và lâu bền của hệ sinh thái theo thời gian;
- (iv) Một quan điểm liên quan đến hệ thống canh tác bền vững là các hệ thống canh tác có giá trị tự nhiên cao, là quan trọng về mặt bảo tồn tự nhiên;
- (v) Nông nghiệp bền vững được tổ chức sao cho các dịch vụ hỗ trợ cần thiết (tín dụng, khuyến nông, cung ứng vật tư) được đảm bảo;
- (vi) Nông nghiệp bền vững là một hệ thống đảm bảo tính công bằng có nghĩa là mặt phân phối và phúc lợi được chú ý qua các tổ chức mà người nông dân có thể tham gia và có sự quan tâm đến người nghèo, có tổ chức theo quan điểm dưới lên;
- (vii) Hệ thống canh tác bền vững không chỉ được tính đến môi trường văn hoá xã hội mà còn cả môi trường thể chế chính sách.

Một quan niệm tổng quát về nông nghiệp bền vững của Trung tâm thông tin về hệ thống canh tác bền vững (2005) cho rằng Nông nghiệp bền vững là một hệ thống tổng hợp sản xuất cây trồng vật nuôi được xác định tại một nơi qua thời gian dài và có khả năng:

- Thoả mãn nhu cầu lương thực và thực phẩm của con người;
- Tăng cường chất lượng môi trường và tài nguyên thiên nhiên mà nền kinh tế nông nghiệp phụ thuộc;

- Sử dụng hiệu quả nhất các tài nguyên không có khả năng phục hồi và kết hợp các tài nguyên nông trại một cách thích hợp nhất;
- Điều chỉnh các chu trình sinh học;
- Bền vững kinh tế về các hoạt động trang trại;
- Tăng cường chất lượng cho cuộc sống của người nông dân cũng như cho xã hội.

Đào Thế Tuấn (1995) thường liên hệ tính bền vững cùng sự phát triển theo trục thời gian của nhiều nhân tố trong hệ thống như: đất canh tác, sản lượng lương thực sản xuất ra từ hệ thống, dân số,...

Như vậy, từ các dẫn liệu trên cho thấy khái niệm về bền vững là rất tổng quát và được đề cập trên nhiều khía cạnh khác nhau nhưng khía cạnh chung nhất và rất quan trọng đó là tính thời gian qua tác động có lợi hoặc bất lợi của môi trường nghĩa là một cái gì đó được coi là bền vững nó phải tồn tại được qua thời gian và không bị suy giảm về số lượng, chất lượng, và có thể luôn đảm bảo được nhu cầu cuộc sống con người trong hệ thống. Thời gian tối thiểu được xác định từ 3 đến 5 năm hoặc lâu hơn.

Quan niệm về nông nghiệp bền vững, các tác giả chỉ rõ hơn đó là khả năng duy trì năng suất của hệ thống dưới tác động bất thuận của môi trường; năng suất cần được phát triển theo thời gian; việc sử dụng hiệu quả tài nguyên thiên nhiên, đảm bảo kinh tế và tăng cường chất lượng cuộc sống cho người dân và cho xã hội trong hệ thống.

Vì vậy, một hệ thống bền vững không chỉ bền về vật chất, tài nguyên thiên nhiên, bền về kinh tế, mà còn bền vững cả về mặt xã hội và môi trường của hệ thống đang tồn tại.

2.2 Mục đích của Nông nghiệp bền vững (NNBV)

NNBV không làm suy thoái đất, không làm ô nhiễm môi trường, trên cơ sở sử dụng hợp lý tài nguyên. Nói cách khác, NNBV chủ trương bảo vệ môi trường, tạo dựng một môi trường trong lành và sử dụng một cách hợp lý tài nguyên thiên nhiên. Mục đích của NNBV 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 suy thoái tài nguyên và không làm nhiễm bẩn môi trường.

Để đạt được các mục đích của mình, NNBV chủ trương kết hợp giữa (1) khảo sát đề học hỏi từ các hệ sinh thái tự nhiên để vận dụng vào các HSTNN, (2) kho tàng kiến thức cổ truyền, kiến thức bản địa phong phú trong quản lý và sử dụng tài nguyên, và (3) kiến thức khoa học và công nghệ hiện đại. Và như vậy, NNBV sẽ tạo ra một HSTNN có khả năng sản xuất lương thực, thực phẩm cho con người và thức ăn cho chăn nuôi cao hơn các hệ sinh thái tự nhiên trên cơ sở sử dụng những nguồn năng lượng không độc hại, tiết kiệm và tái sinh năng lượng. Nhưng không chỉ bảo vệ những HST đã có trong tự nhiên mà còn tìm cách khôi phục những HST đã bị suy thoái.

NNBV khuyến khích con người phát huy lòng tự tin, sự sáng tạo để cùng nhau giải quyết những vấn đề đang đặt ra ở từng địa phương cũng như các vấn đề chung: sự cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên, sự suy thoái môi trường, sự mất cân bằng sinh thái...

Sự phát triển công nghiệp và NN với sự trợ giúp của các thành tựu khoa học-kỹ thuật trong vài thập kỷ gần đây đã làm thay đổi hẳn bộ mặt của Trái đất và làm thay đổi sâu sắc cuộc sống của con người. Nhưng do chạy theo lợi nhuận tối đa trước mắt nên cũng đã gây ra những hậu quả tiêu cực, đe dọa tương lai và sự phồn vinh của nhân loại; trước hết là nạn ô nhiễm môi trường, mất rừng và suy thoái đất, làm xói mòn tính đa dạng sinh học, thay đổi thành phần khí quyển làm mất cân bằng nhiệt lượng, gây hiệu ứng nhà kính và suy giảm tầng ôzôn.

Việc lạm dụng hoá chất trong sản xuất NN đã làm hỏng kết cấu đất, làm phương hại đến tập đoàn vi sinh vật - phần “sống” của đất, làm ô nhiễm nguồn nước. Việc công nghiệp hoá NN theo mục đích săn tìm lợi nhuận tối đa đã làm phá sản hàng triệu nông dân nghèo, đẩy họ ra thành phố bỏ sung vào đội quân thất nghiệp vốn đã đông đảo ở đây và làm trầm trọng hơn các tệ nạn xã hội và ô nhiễm môi trường đô thị.

NNBV góp phần tìm ra giải pháp cho vấn đề khủng hoảng môi trường, nó có khả năng tác động đến và cải thiện những vấn đề môi trường. Những khái niệm về NNBV đã được phát triển trên nền tảng các đạo đức và nguyên lý dẫn đến những chuẩn mực chỉ đạo đúng đắn người thực hành.

Triết lí của NNBV là phải hợp tác và học hỏi thiên nhiên, tuân thủ những quy luật của tự nhiên, có cái nhìn tổng thể và hệ thống trong quan điểm phát triển. Như vậy, NNBV không chỉ thu hẹp trong phạm vi NN mà còn tham gia vào việc giải quyết nhiều vấn đề mang tính toàn cục và mở rộng ra cả lĩnh vực văn hóa, xã hội, đạo đức...

Nói tóm lại, nền NN bền vững là một hệ thống NN hướng tới các mục tiêu sau:

- (i) Năng suất và thu nhập của các cộng đồng dân cư ngày càng tăng.
Năng suất là số đo tổng lượng sinh khối được sản xuất ra trên một đơn vị diện tích và đơn vị thời gian, có nghĩa là sản lượng mỗi ha mỗi vụ trồng; thu nhập của mỗi hộ gia đình từ sản xuất;
- (ii) Đảm bảo tính công bằng;
Tính công bằng thể hiện sự ngang bằng trong phân phối sản phẩm giữa những người hưởng lợi; các nhân tố ảnh hưởng tới tính công bằng là sở hữu đất đai, và tiếp cận sản xuất khác nhau (differential access to mode of production);
- (iii) Tính ổn định và bền vững của hệ thống được tiến triển qua việc bảo tồn đất, nước và dinh dưỡng.

Tính ổn định là sự đảm bảo sản xuất qua thời gian; khả năng của hệ thống để duy trì mức sản xuất nào đó cần để đáp ứng nhu cầu của nhân loại. Tính bền vững hướng tới tính ổn định của hệ thống để chịu đựng được các cản trở chính như hạn hán, lũ lụt, sự thay đổi đất bất lợi,... Định nghĩa này chỉ cho phép hướng dẫn các hoạt động với 2 lý do:

□ Tính bền vững có đặc trưng sinh lý học:

- Tuần hoàn dinh dưỡng;
- Duy trì chất lượng đất;
- Đa dạng sinh học và ổn định;
- Tuần hoàn và bảo tồn nước;
- Tạo sinh khối.

□ Quá trình xã hội là:

- Người dân tự tham gia;
- Cấu trúc và tổ chức xã hội;
- Khả năng kinh tế;
- Tính nhạy cảm;
- Dòng thông tin;

- Định hướng nhu cầu;
- Các mối liên kết xã hội.

□ Tính bền vững thể hiện ở các mức độ và phạm vi thời gian khác nhau. Tính bền vững có được nếu các quá trình xã hội và sinh thái bổ sung cho nhau để cho phép thời gian mà hệ thống bình phục và tiếp tục phát triển.

2.3 Đạo đức của NN bền vững

Đạo đức của NNBV là:

- Chăm sóc và bảo vệ Trái Đất-ngôi nhà chung của nhân loại;
- Chăm sóc con người;
- Tiết kiệm và giảm bớt tiêu thụ-đặt một giới hạn cho dân số và tiêu thụ; và
- Phân phối dư thừa (thời gian, tiền của, năng lượng dư thừa để chăm sóc trái đất, chăm sóc đồng loại...).

Chăm sóc Trái Đất là chăm lo đến tất cả các thành phần sinh vật và phi sinh vật của hành tinh. 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 lâu bền.

Chăm sóc Trái Đất bao hàm 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 tập, việc làm với một cảnh quan môi trường sống và mối quan hệ chung sống tốt lành cho tất cả mọi người. Con người chỉ chiếm một bộ phận nhỏ trong sinh giới, nhưng có tác động mạnh mẽ đến sự hưng thịnh hay suy thoái của sự sống trên Trái Đất. Nếu những nhu cầu cơ bản của con người được thoả mãn đi đôi với nâng cao dân trí và các giá trị đạo đức thì con người sẽ không còn những hành động tàn phá tài nguyên, huỷ diệt Trái Đất.

Hiện nay việc tiêu thụ, nhất là tiêu thụ thực phẩm và năng lượng (như các loại năng lượng hoá thạch dự trữ trong lòng đất) ngày càng tăng và lãng phí. B.Mollison (1994) cho biết, cứ 10 cal công nghiệp đưa vào NN thì mới lấy ra được 1 cal sản phẩm. Tỉ lệ tiêu thụ năng lượng/đầu người đã tăng gấp 8 lần kể từ sau Thế chiến II. Năng lượng hoá thạch sử dụng lãng phí và không đúng cách là nguyên nhân quan trọng làm ô nhiễm môi trường. Đồng thời, nếu cứ giữ tỉ lệ tăng như hiện nay, thì dân số thế giới sẽ tăng thêm gần 1 tỉ người sau mỗi thập kỉ; trong khi đất trồng trọt giảm tỉ lệ thuận với sự gia tăng dân số và mở mang đô thị.

Vì vậy NNBV chủ trương tiết kiệm tiêu dùng, tiết kiệm năng lượng, tăng cường sử dụng năng lượng tự nhiên “sạch” (năng lượng mặt trời, sức gió, sức nước...), tái sinh năng lượng, kiểm soát việc sinh đẻ...

Mỗi người hãy tự xây dựng cho mình một cuộc sống đơn giản, lành mạnh, dành thời gian, tiền của, năng lượng dư thừa để chăm sóc Trái đất, chăm sóc đồng loại. Như vậy có nghĩa là, sau khi đã đáp ứng được nhu cầu vừa phải của bản thân và thiết lập được cho mình một hệ thống phù hợp với điều kiện và khả năng của bản thân, mỗi cá nhân đều có thể phát huy ảnh hưởng và phương tiện của mình để giúp người khác cùng đạt những mục tiêu đó.

2.4 Đặc trưng của nông nghiệp bền vững

- (i) Thoả mãn lương thực

Đó là khả năng của một hệ thống nông nghiệp sản xuất đủ lượng lương thực đáp ứng nhu cầu lương thực của dân số trong thời gian dài. An toàn lương thực cũng được định nghĩa tương tự: khả năng của cả nước, các vùng, các hộ và cộng đồng đáp ứng các mức tiêu thụ cơ

bản qua các năm. Theo cách nhìn nhận này, ước lượng nhu cầu lương thực trong tương lai và tiềm năng sản xuất tăng lương thực có thể được sử dụng để đánh giá tính bền vững của hệ thống (Bảng 4-1).

(ii) Người quản lý môi trường (Environmental stewardship)

Tính bền vững gắn liền với sự duy trì chất lượng môi trường. Duy trì chất lượng môi trường là cách thiết yếu để bảo tồn khả năng sản xuất của nguồn tài nguyên đất.

Các định nghĩa về tính bền vững môi trường được định hướng tới các mặt như:

- Ô nhiễm nguồn nước mặt và nước ngầm;
- Mất nơi cư trú của sinh vật;
- Giám sát đa dạng sinh học;

Tiếp cận quản lý môi trường về khía cạnh bền vững cho rằng môi trường không nên bị ảnh hưởng bởi bất kỳ các hoạt động nông nghiệp.

(iii) Các quan tâm về mặt kinh tế – xã hội

- ☐ Đó là thu nhập kinh tế từ canh tác
- ☐ Sự duy trì các hệ thống cộng đồng
 - Hiệu quả của sản xuất lương thực, thực phẩm;
 - Phân phối lợi nhuận công bằng;
 - Phạm vi ủng hộ các giá trị quản lý và quyết định của địa phương.
- ☐ Công bằng giữa các thế hệ
 - Công bằng hướng tới các mục tiêu người sản xuất, lương thực và môi trường;
 - Bảo tồn khả năng sản xuất theo thời gian;
 - Công bằng giữa các thế hệ hướng tới việc bảo vệ quyền và cơ hội của các thế hệ tương lai được hưởng lợi nhuận từ các nguồn tài nguyên hiện đang được sử dụng;
 - Thực tiễn sản xuất nông nghiệp mà làm suy giảm sản xuất lương thực, suy giảm chất lượng nước hoặc nguồn tài nguyên khác, lợi nhuận ít thì đó là không bền vững.
- ☐ Công bằng trong thế hệ
 - Hướng tới sự phân phối công bằng về phân phối lợi nhuận nông nghiệp trong và giữa các nước, vùng, hoặc các nhóm xã hội;
 - Đảm bảo các quyền của các nhóm ít lợi thế trong xã hội trên cơ sở cung cấp lương thực, cơ hội và nhu cầu tài nguyên với trang trại mà nó làm tăng tính bền vững;
 - Cách sở hữu đất đai để tăng cường phân phối lợi nhuận công bằng từ các hệ thống nông nghiệp.

Một số đặc trưng của nông nghiệp bền vững

- ☐ Về sinh thái;
- ☐ Về kinh tế;
- ☐ Chấp nhận về mặt xã hội;
- ☐ Nhạy cảm về văn hoá;
- ☐ Đề xuất kỹ thuật thích hợp;
- ☐ Phát triển tiềm năng nhân lực.

Bảng 3-1. Hình ảnh về quan niệm và lý luận của NN bền vững

<i>Hướng tiếp cận</i>	<i>Đặc điểm</i>
<i>Bền vững thấp</i>	
<input type="checkbox"/> Truyền thống (độc canh, đầu tư hoá học) <input type="checkbox"/> Nông nghiệp bền vững đầu tư thấp (LISA)- Nông nghiệp sinh thái <input type="checkbox"/> Nông nghiệp hữu cơ <ul style="list-style-type: none"> - Sinh học - Tự tái tạo <input type="checkbox"/> Nông nghiệp cố định	<input type="checkbox"/> Giải pháp từ bên ngoài cho các vấn đề bên trong <input type="checkbox"/> Thờ ơ <input type="checkbox"/> Không chế đền bù <input type="checkbox"/> Không nhận thức <input type="checkbox"/> Không ép buộc <input type="checkbox"/> Kinh tế của việc đầu tư ban đầu <input type="checkbox"/> Bắt đầu thiết kế và quản lý <input type="checkbox"/> Tự giải quyết vấn đề của mình <input type="checkbox"/> Tổng hợp <input type="checkbox"/> Cân đối <input type="checkbox"/> Nhận thức, trách nhiệm với phản hồi, đồng bộ, trực tiếp, dài hạn, sinh học-sinh thái
<i>Bền vững cao</i>	

So sánh giữa nông nghiệp bền vững và nông nghiệp hiện đại

So sánh trên cơ sở các mục tiêu, khung cảnh kỹ thuật và chính trị xã hội được trình bày ở bảng 3-2. Các thuộc tính của nông nghiệp bền vững có nhiều ưu điểm hơn hẳn nền nông nghiệp “Hiện đại”.

Bảng 3-2. So sánh các thuộc tính của nông nghiệp bền vững và nông nghiệp “Hiện đại”

<i>Nông nghiệp bền vững</i>	<i>Nông nghiệp “hiện đại”</i>
<p><i>So sánh chung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bền vững lâu dài <input type="checkbox"/> Tự giải quyết vấn đề trong nội bộ <input type="checkbox"/> Tập trung vào giải pháp quản lý để giải quyết vấn đề <input type="checkbox"/> Trách nhiệm với phản hồi và cùng tham gia <p><i>Kỹ thuật</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Đầu tư từ ngoài thấp <input type="checkbox"/> Duy trì độ màu mỡ của đất, chú ý luân canh cây trồng, sử dụng lại tàn dư cây trồng, dùng phân động vật, cây che phủ, chất thải hữu cơ phi nông nghiệp và đá khoáng. <input type="checkbox"/> Quản lý côn trùng, dịch hại, cỏ dại bằng điều khiển sinh học và tự nhiên <input type="checkbox"/> Nghiên cứu và phát triển trên quan điểm hệ thống và hệ thống canh tác. <input type="checkbox"/> Đa dạng ngành nghề trong nông hộ, trồng trọt theo đa dạng sinh học. <input type="checkbox"/> Sử dụng cây trồng giao phấn, duy trì và bảo vệ các cây trồng tiến bộ và truyền thống <input type="checkbox"/> Tập trung làm việc với các quá trình tự nhiên <input type="checkbox"/> Công nhận các đặc trưng kỹ thuật tự nhiên, sử dụng các kỹ thuật địa phương và thích hợp <input type="checkbox"/> Sử dụng các kỹ thuật bảo tồn và làm giàu tài nguyên thiên nhiên <p><i>Kinh tế</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ưu tiên an toàn và đủ lương thực <input type="checkbox"/> Tin vào khả năng kinh nghiệm và tài nguyên trang trại <input type="checkbox"/> Tự tin <p><i>Chính trị xã hội</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Đặt con người và môi trường lên trên hết <input type="checkbox"/> Đặt niềm tin vào trách nhiệm và hàng hoá giá trị 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Lợi nhuận ngắn hạn <input type="checkbox"/> Giải pháp bên ngoài cho các vấn đề bên trong <input type="checkbox"/> Tập trung vào việc đổi mới kỹ thuật <input type="checkbox"/> Thờ ơ <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Đầu tư cao từ ngoài <input type="checkbox"/> Sử dụng phân hoá học tổng hợp <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sử dụng thuốc trừ sâu, trừ cỏ, điều tiết sinh trưởng, cho động vật ăn thêm <input type="checkbox"/> Tập trung vào cây trồng riêng rẽ <input type="checkbox"/> Độc canh thâm canh, xói mòn gen <input type="checkbox"/> Sử dụng giống hiện đại và con lai F1 <input type="checkbox"/> Tập trung điều khiển quá trình tự nhiên <input type="checkbox"/> Tin tưởng kỹ thuật toàn cầu như thuốc sâu, phân bón hoá học, nhập khẩu kỹ thuật <input type="checkbox"/> Sử dụng kỹ thuật bóc lột và tàn phá tài nguyên <input type="checkbox"/> Xuất khẩu và lợi nhuận <input type="checkbox"/> Thâm canh đầu tư, luôn cần tín dụng <input type="checkbox"/> Trao đổi hàng hoá với thị trường <input type="checkbox"/> Tách biệt chính trị và xã hội, bỏ qua hậu quả

Nguồn: Zamora and Villareal, 1995

2.5 Những nguyên lí của NN bền vững

Một cách đơn giản, có thể hiểu phát triển bền vững là sự phát triển để thỏa mãn nhu cầu của thế hệ hiện tại mà không tổn thương đến khả năng thỏa mãn nhu cầu của các thế hệ mai sau.

Việc thỏa mãn các nhu cầu và các khát vọng của con người là mục tiêu chủ yếu của sự phát triển. Các nhu cầu chính yếu (ăn, mặc, ở, việc làm) của đa số nhân dân ở các nước đang phát triển đều chưa được thỏa mãn; và ngoài các nhu cầu cơ bản, những người dân đó còn có các khát vọng chính đáng khác đối với chất lượng cuộc sống. Một thế giới trong đó đói nghèo và bất công là cố hữu thì sẽ luôn gánh chịu khủng hoảng về sinh thái và các khủng hoảng khác. Phát triển bền vững (PTBV) đòi hỏi sự thỏa mãn các nhu cầu cơ bản của mọi người và mở rộng cho mọi người cơ hội được thỏa mãn các khát vọng về một cuộc sống tốt đẹp hơn.

Với mức tối thiểu, PTBV phải tránh gây nguy hại cho các hệ thống thiên nhiên phục vụ sự sống trên Trái Đất, khí quyển, đất, nước và các sinh vật.

Xét về bản chất, PTBV là một quá trình của sự thay đổi trong đó việc khai thác các tài nguyên, quản lý đầu tư vốn, hướng phát triển công nghệ, và sự thay đổi thể chế đều có sự hài hòa toàn bộ và nâng cao cả tiềm năng hiện tại và tương lai nhằm thỏa mãn các nhu cầu và khát vọng của con người.

NN thâm canh hay NN hóa học đã và đang được áp dụng phổ biến trên thế giới. Nó gắn liền với năng suất cao và chỉ nhằm mục đích kinh tế. Nó không coi trọng những yếu tố sinh thái và xã hội. Từ góc độ sinh thái nó dường như phản lại tự nhiên, và do đó nó đã phá hoại môi trường và tài nguyên (sự thoái hóa của đất, vấn đề dịch bệnh, vấn đề sức khỏe và ô nhiễm môi trường do hóa chất NN, sự xuống cấp của thực phẩm, v.v... là những vấn đề con người đang phải đối mặt để tiếp tục phát triển, và nó nan giải không kém vấn đề giải quyết nạn đói ở châu Phi). Giờ đây mọi người đã ngày càng thấm thía về những hậu quả tiêu cực của nền NN hóa học “phi tự nhiên”.

Trong NNBV, người ta phải thiết kế và xây dựng những HST và áp dụng những kỹ thuật khác nhau tùy theo điều kiện khí hậu, đất đai, kinh tế-xã hội từng địa phương. Những công việc trên đều phải tuân theo một số nguyên lý chung:

- Các yếu tố (như công trình kiến trúc, nhà ở, ao, vườn, đường đi, v.v...) cần được đặt trong mối quan hệ hỗ trợ nhau tạo thành một chỉnh thể toàn vẹn. Đối với mỗi yếu tố có thể xây dựng chiến lược sử dụng qua phân tích các mặt sau:
 - Sản phẩm của yếu tố (hay hệ phụ) này có thể được sử dụng cho nhu cầu của các yếu tố (hay hệ phụ) khác như thế nào?
 - Các yếu tố khác có thể cung cấp cho nhu cầu của yếu tố này những gì?
 - Yếu tố đó có lợi cho các 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 nhiều chức năng: Mỗi yếu tố trong hệ thống phải được chọn lọc và đặt vào vị trí có thể đảm bảo được nhiều chức năng nhất Ví dụ: Hồ ao có thể dùng nuôi cá, nuôi vịt, trữ nước tưới, nước cứu hỏa... Bờ mương là nơi trồng cây chắn gió, trồng cây ăn quả, là đường đi và nơi chăn thả gia súc...;
- Tìm giải pháp chứ không chỉ nêu vấn đề;
- Hợp tác chứ không cạnh tranh;
- Làm cho mọi thứ đều sinh lợi (chất thải thành phân bón, nước thải dùng nuôi cá...);
- Chỉ làm việc đó khi nó chắc chắn đem lại hiệu quả;
- Tận dụng mọi thứ đến khả năng cao nhất của chúng (bố trí hệ thống cây trồng hợp lý để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng mặt trời, năng lượng này còn dùng để sưởi ấm, nấu ăn, quạt mát, bơm nước...);

- Đưa việc sản xuất thực phẩm vào các khu đô thị (tận dụng khả năng để sản xuất rau quả, nuôi gia cầm...ngay tại các đô thị);
- Giúp cho mọi người tự tin ở mình, mọi người ai cũng đều có khả năng tự tìm ra các giải pháp thích hợp để cải thiện chất lượng cuộc sống;
- Chi phí hay đầu tư thấp nhất để đạt được năng suất cao nhất (ví dụ chọn chỗ đắp đập tốn ít công nhất nhưng lại giữ được nhiều nước tưới nhất...).

Mặc dù đa số mọi người đều thống nhất với nhau về những nền tảng đạo đức cũng như các nguyên lý của NNBV, nhưng các bước đi và các biện pháp sử dụng lại hoàn toàn không giống nhau, vì không thể có hai môi trường hoàn toàn giống nhau. Do đó sự sáng tạo trong NNBV là rất lớn.

Mô hình NNBV trong giai đoạn hiện nay có những đặc trưng cơ bản sau:

- Quy mô nhỏ;
- Đa dạng hoá trong sản xuất (đa dạng về chủng loại, về chế độ canh tác, về thu nhập...). Áp dụng hệ thống canh tác đa canh sẽ tạo ra thế ổn định và giúp ta dễ dàng chuyển hướng trước những biến động về môi trường và xã hội;
- Tính liên ngành và đa ngành cao;
- Có biện pháp thích hợp để sử dụng các loại đất xấu, đất ngoài rìa, đất có vấn đề;
- Tận dụng các đặc tính tự nhiên vốn có của cây trồng, vật nuôi và mối quan hệ của chúng với đặc điểm cảnh quan thiên nhiên để tạo ra nền NN phát triển lâu bền;
- Sử dụng được cả các chủng loại đã được thuần hoá và các chủng loại hoang dã. Bảo đảm các nguồn tài nguyên được sử dụng tiết kiệm, được bảo toàn, tái tạo, tự điều chỉnh và tự tái sinh (với tài nguyên có khả năng tái sinh).

2.6 Những nguyên tắc xây dựng nông nghiệp bền vững (nông nghiệp sinh thái)

Mặc dù NN là nhân tạo nhưng nó vẫn ở trong thiên nhiên và do đó phụ thuộc vào thiên nhiên... Trong thiên nhiên không có gì thừa và mọi sinh vật đều có tác động qua lại, kể cả những loài mà ta cho là có hại. Nếu ta hình dung sự tác động qua lại này giống như những mắt xích trong một sợi dây chuyền, thì phải hết sức cân nhắc khi định tiêu diệt một loài mà ta cho là có hại cho con người, trong khi nó lại có vai trò quan trọng trong hệ sinh thái...

Dựa vào việc phân tích cấu trúc và chức năng của rừng tự nhiên, có thể thấy NNBV phải bảo đảm: năng suất cao hơn NN hiện tại, không làm suy thoái môi trường, có khả năng thực thi cao, ít lệ thuộc vào những tư liệu sản xuất, vật tư kĩ thuật từ các hệ khác. Thực chất của NN sinh thái là hệ luân canh, phỏng theo HST của rừng tự nhiên với những nguyên tắc sau:

a) Tính đa dạng

Trong rừng tự nhiên hầu như không có vấn đề dịch bệnh nghiêm trọng. Nguyên nhân là do ở đó có tính đa dạng cao về loài cây, động vật và vi sinh vật. Còn hệ canh tác NN có tính đa dạng rất thấp. Tính đa dạng đảm bảo được cân bằng sinh thái (sự ổn định), còn độc canh là hệ canh tác đơn điệu, không ổn định và rất mẫn cảm với những đổi thay của điều kiện môi trường. Tăng sự đa dạng của HSTNN còn làm tăng thu nhập của nông trại, giảm nhẹ nguy cơ mất mát năng suất và các rủi ro khác. Những phương pháp canh tác bảo đảm tính đa dạng của NN bao gồm: (1) trồng nhiều loài, hay nhiều giống của cùng một loài, trên cùng một đơn vị diện tích; (2) luân canh; (3) trồng cây lưu niên ở khu vực giáp ranh; (4) đa dạng trong các hệ phụ (nhiều ngành nghề kinh doanh NN khác nhau: chăn nuôi, thủy sản, nuôi ong, nghề phụ...), và (5) lai tạo giống.

b) Đất là một vật thể sống

Đất không phải chỉ đơn giản có vai trò vật lí (làm giá đỡ, giữ nước và chất dinh dưỡng), mà đất còn là một vật thể sống, ở đó có hàng hà sa số các vi sinh vật đất. Hoạt động của các vi sinh vật này quyết định độ phì nhiêu và “sức khỏe” của đất. Là một vật thể sống nên đất rất cần được nuôi dưỡng, chăm sóc. Những điều kiện sau đây bảo đảm cho đất sống: (1) cung cấp thường xuyên chất hữu cơ cho đất, (2) phủ đất thường xuyên để chống xói mòn, (3) khử hay giảm thiểu tối đa các yếu tố gây hại trong đất (hoá chất NN).

c) Tái chu chuyển

Trong rừng tự nhiên có một vòng chu chuyển dinh dưỡng dựa vào đất. Mọi cái bắt đầu từ đất và cuối cùng lại trở về với đất. Do vòng chu chuyển này mà mọi cái đều có vị trí trong tự nhiên, mọi cái đều cần cho nhau và hỗ trợ lẫn nhau. Vòng chu chuyển này là vấn đề mấu chốt trong sử dụng hợp lí tài nguyên. Còn trong NN, vòng chu chuyển này luôn bị rối loạn và từ đó làm nảy sinh nhiều vấn đề.

Trong đất NN, hầu như mọi sản phẩm của cây trồng đều bị lấy đi khỏi đất khi thu hoạch. Chỉ có một số ít chất khoáng được bổ sung dưới dạng bón phân hoá học; do đó độ phì của đất dễ bị cạn kiệt.

Trong trường hợp chăn nuôi “thương mại”, người ta cố càng nhốt nhiều vật nuôi trong một diện tích giới hạn càng tốt; con giống, thức ăn, các loại hoá chất kích thích và tăng trọng cũng như các vật tư cần thiết cho dịch vụ thú y đều từ bên ngoài. Thu nhập có thể tăng, nhưng tạo ra hiện tượng quá thừa chất hữu cơ cục bộ do các loại chất thải, và điều đó là nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường. Và như vậy là xét trong toàn cục thì đó là lối sản xuất không bền vững.

Xu hướng chuyên môn hoá trong sản xuất cũng làm người ta thiếu tỉnh táo khi xem xét mối quan hệ giữa ngành chuyên môn hoá ấy với các thứ khác, với điều kiện môi trường và tài nguyên xung quanh. Vấn đề quan trọng là phải tìm cách tái lập được vòng chu chuyển: tạo ra mối quan hệ đúng đắn giữa các thành phần của hệ (cây trồng, vật nuôi, thủy sản, cây rừng...) để có lợi cho từng thành phần nhưng đồng thời có lợi cho toàn bộ. Tái chu chuyển là điểm mấu chốt trong việc sử dụng tài nguyên ngoài đồng, trong vườn, và giảm bớt sự lệ thuộc vào nguồn lực bên ngoài.

d) Cấu trúc nhiều tầng

Nguồn lực thực sự tạo ra sinh khối là năng lượng ánh sáng mặt trời, nước mưa và khí CO₂. Sản lượng sinh khối trong rừng tự nhiên luôn luôn cao hơn sản lượng trên đất NN. Nguyên nhân là thảm thực vật nhiều tầng ở rừng có thể sử dụng tối đa các nguồn lợi; còn cấu trúc của hệ canh tác thường là nằm ngang nên không thể sử dụng với hiệu suất cao các tài nguyên này.

Nếu ánh sáng mặt trời và nước mưa được đất NN sử dụng thích đáng thì chúng có thể mang lại nhiều lợi ích cho đất. Nếu không, chính chúng lại là nguyên nhân gây hạn hán, lụt lội, xói mòn đất. Khí hậu nhiệt đới nắng lắm mưa nhiều càng cần xây dựng ở đây nền NN có cấu trúc nhiều tầng.

2.7 Phương pháp duy trì bền vững đối với đất

Đất là tài nguyên gắn bó mật thiết với sinh vật và có quan hệ hữu cơ với NN và lâm nghiệp. Trước khi sử dụng xuất hiện thì không có đất mặt mà nó chỉ được hình thành sau khi có sinh vật, khoảng một ngàn triệu năm trước đây.

Một trong những mục tiêu của NNBV là cải tạo để phục hồi những loại đất đã bị tác động phiến diện của con người làm cho thoái hoá, duy trì và nâng cao tiềm năng sinh học của

các loại đất còn chưa bị suy thoái; và để cho các HST đặc biệt như đầm lầy, sa mạc, đất cát ven biển, đất đồi núi... diễn biến theo xu hướng tự nhiên có sự quản lí và định hướng của con người.

Trong vườn và trang trại, NNBV chủ trương sử dụng cho hết chất dinh dưỡng nhân tạo để chúng không trở thành nguyên nhân gây ô nhiễm, bằng cách trồng nhiều loại cây, mỗi loại sử dụng những loại chất dinh dưỡng khác nhau, bón phân vào những lúc cây có thể sử dụng được tối đa...

a) Bón phân và giữ gìn đất

Có thể tìm thấy mô hình lí tưởng để bón phân và giữ gìn đất qua rừng tự nhiên, ở đó quá trình thêm và trả lại chất hữu cơ cho đất là chính. Lượng mùn trong đất bị giảm đi vì quá trình khoáng hoá, nên việc cung cấp lại lượng mùn bị mất đi hàng năm là hết sức 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 chuồng, phân trộn... Lúc nào cũng cần phủ mặt đất bằng một thảm thực vật hay chất hữu cơ. Đất dễ trống dễ bị mưa gió và nhiệt độ cao tác động, dễ làm đất bị xói mòn.

Cần tránh trộn các chất hữu cơ thô (chưa phân huỷ hoàn toàn) vào đất vì những giai đoạn đầu của quá trình phân huỷ cần nhiều oxy để làm cho rễ cây bị thiếu oxy, sinh ra khí metan có hại cho rễ (cây ăn lá và ăn quả rất mẫn cảm với các khí độc này), độ chua hữu cơ của đất tăng làm rối loạn sự cân bằng 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, cần có thời gian để phân xanh phân huỷ hoàn toàn trước khi trồng cây trồng chính.

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

Hạn chế dùng hoá chất trong NN. Các hoá chất này có thể cung cấp nhanh các chất dinh dưỡng như N.P.K hay diệt sâu bệnh, nhưng chính chúng làm mất cân bằng sinh thái đất. Tính axit của phân hoá học làm mất hoạt tính của vi sinh vật, và chúng còn bị chết vì độc tính của nông dược hoá học. Mặt khác, 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 sâu bệnh hại tấn công.

b) Che phủ mặt đất và ít cày xới

Phủ lên bề mặt đất một lớp phủ gồm các loại chất hữu cơ khác nhau như cỏ, lá rụng, rơm rạ... vừa có vai trò bảo vệ đất vừa có khả năng nâng cao độ phì thực tế của đất. Việc cày xới có thể giảm nếu có đủ lớp phủ.

Ưu điểm của lớp phủ là bảo vệ đất khỏi tác động của hạt mưa và nhiệt độ cao. Làm đất kĩ đôi khi lại là nguyên nhân của xói mòn đất do phá vỡ liên kết trong các hạt keo đất. Lớp phủ còn cải tiến kết cấu vật lí của lớp đất mặt, làm tăng độ kết cấu, tăng khả năng giữ ẩm. Về mùa khô, lớp phủ ngăn ngừa quá trình bốc hơi và giữ ẩm. Nó còn làm tăng độ phì nhờ quá trình phân huỷ và tiêu biến tự nhiên. Trong khi phân huỷ, nó làm giàu và cân đối các nguyên tố vi lượng. Các chất dinh dưỡng ít bị 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. Đây là công việc đơn giản và giảm công lao động làm đất.

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

Nguyên liệu làm lớp phủ là bất cứ loại chất hữu cơ nào: 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 là có hàm lượng C cao (rơm rạ...); nếu muốn làm đất màu mỡ thì dùng nguyên liệu có tỉ lệ C/N thấp (cây họ đậu, phân trộn...).

Lớp phủ “sống” là trồng một loại cây họ Đậu thấp, có khả năng bò lan nhanh. Ưu điểm là không cần phải thu gom nguyên liệu, bảo vệ đất lâu dài, cung cấp thêm N cho đất. Ở Việt Nam có thể dùng đậu ván, đậu triều, cỏ ba lá...

c) Tăng cường sử dụng phân xanh

Trồng cây phân xanh (cây họ Đậu) một thời gian và trả lại toàn bộ sinh khối cho đất. Cây phân xanh có ưu điểm là mọc nhanh, thu được sinh khối lớn sau một thời gian ngắn, có thể cố định được N khí quyển nhờ cộng sinh với vi khuẩn có khả năng cố định N ở hệ rễ. Có thể cắt cây phân xanh làm lớp phủ trên mặt đất để rút ngắn thời gian phân huỷ, giảm công làm đất.

Phân xanh cải thiện độ phì nhiêu của đất: đất trở nên tơi xốp hơn, tăng khả năng giữ nước và dẫn nước, tăng dinh dưỡng cho đất, tăng số lượng và hoạt tính của các vi sinh vật. Nhược điểm là cần nhiều thời gian: chờ cây mọc 1,5-2 tháng và phân huỷ trong 2-3 tuần (phụ thuộc vào nhiệt độ, loại cây phân xanh...). Thường người ta chỉ gieo phân xanh vào thời gian không thể trồng cây kinh tế.

d) Tích cực sử dụng phân trộn (phân rác)

Trộn phân (compost) là cách làm phổ biến nhất để cải thiện độ phì của đất. Trộn các nguyên liệu hữu cơ khác nhau (tỉ lệ C/N khác nhau, tươi và khô, cỏ, đất...) 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.

So với phân xanh và lớp phủ, phân trộn được sử dụng nhanh hơn. Nguyên liệu hữu cơ đã được phân huỷ trước và ở dạng mùn hợp với cây. Ưu điểm nữa là dùng nguyên liệu sẵn có ngay tại chỗ và dùng cả rác thải. Nhược điểm là cần nhiều chất hữu cơ trong khi không phải ở vùng nông thôn nào cũng sẵn rác thải là chất hữu cơ. Trong quá trình trộn phân, một số chất dinh dưỡng bị mất do nắng nóng, mưa và gió. Người ta thường đặt hố trộn dưới tán cây hay có mái che và trộn đảo sao cho phân có thể dùng sau 3 tháng xử lý. Quá trình xử lý phân trộn khá vất vả: thu nhặt, trộn, đảo...

e) Trồng cây và cỏ dọc đường ranh giới

Đường ranh giới giữa các đơn vị sản xuất NN là nguồn 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 làm cuốn trôi chỗ đất mặt mà còn làm sụt lở vùng ranh giới. Rễ cây và rễ cỏ giữ chặt đất làm cho vùng ranh giới không bị rửa trôi, sụt lở. Cây to còn ngăn gió, bảo vệ cây trồng phía trong. Vùng ranh giới cũng là nơi sản xuất chất hữu cơ để bồi dưỡng đất. Cây lâu năm sử dụng ánh sáng mặt trời quanh năm, và có khả năng huy động dinh dưỡng từ các tầng đất sâu, đồng thời sản xuất sinh khối lớn hơn cây hàng năm. Cỏ ven đường dùng cho gia súc, cây làm củi đun...

Cây, cỏ ở đây còn có ý nghĩa quan trọng trong cân bằng sinh thái, tăng tính đa dạng của thực vật, tạo nơi sống cho động vật có ích (chim, nhện, ếch nhái...). Người ta ít trồng cây to trong vườn vì tốn diện tích, che ánh sáng cây hàng năm; vì thế ở những khu ranh giới có thể trồng cây to đa mục đích: tạo bóng mát, lấy gỗ, lấy thực phẩm, lấy phân xanh, lấy củi...

Đứng trên quan điểm NNBV, có thể thấy có mấy hướng sử dụng với các loại “đất có vấn đề” như sau:

- Đất dốc vùng đồi núi: Tùy theo độ dốc, tầng dày, mức độ lún đá, độ phì và các chỉ tiêu thổ nhưỡng nông hoá khác mà chọn các loại cây trồng cho phù hợp, chú ý đến ý nghĩa bảo vệ và cải tạo đất (trồng rừng, trồng cây NN lâu năm như chè, cà phê, cao su, cây ăn quả, cây dược liệu...). Áp dụng hệ thống các biện pháp kỹ thuật chống rửa trôi, xói mòn, duy trì và nâng cao độ màu mỡ của đất.
- Đất úng trũng: Nếu việc tiêu nước ở đó quá tốn kém, cần chuyển hướng sản xuất phù hợp với điều kiện ngập úng như trồng trọt kết hợp nuôi trồng thủy sản, mở mang nghề phụ...
- Đất mặn ven biển: Tận dụng tiềm năng nước lợ, nước mặn, phát triển nguồn lợi thủy sản, trồng và bảo vệ rừng ngập mặn và ưu tiên các loại cây trồng chịu mặn (cói) và phát triển nghề phụ.
- Đất phèn: Nâng cao tính đa dạng sinh học trong canh tác và sử dụng đất: Nếu độ phèn cao, trồng lúa sinh trưởng kém và năng suất thấp thì có thể trồng rừng (tràm, so đũa, bần...), nuôi cá, tôm và các nguồn lợi sinh học khác.

2.8 Xây dựng Nông nghiệp bền vững trên cơ sở Sinh thái học

Nông nghiệp bền vững vận dụng các mẫu hình trong thiên nhiên

Để thực hành NNBV, chúng ta phải học từ thiên nhiên. Trong việc sản xuất sinh khối, duy trì độ phì của đất, bảo vệ đất, phòng chống dịch hại, sử dụng năng lượng đưa từ ngoài vào... thiên nhiên đã chỉ cho ta những giải pháp hữu hiệu nhất cho cả hiện tại và tương lai. Mô hình ấy là các cánh rừng tự nhiên. Rừng tự nhiên sản xuất ra một sinh khối khổng lồ hàng năm mà không cần “đầu vào” nhân tạo, và cung cấp thức ăn cho mọi loài động vật sống trong đó, kể cả cho con người. Sản xuất NN sản xuất ra một sinh khối ít hơn, lại không thể thiếu các đầu vào nhân tạo, và luôn phải đối mặt với nhiều vấn đề môi trường.

Cơ chế sản xuất của NN và rừng tự nhiên là giống nhau. Chúng đều sản xuất ra hydratcacbon (sinh khối) nhờ sử dụng các chất dinh dưỡng và nước từ đất, CO₂ từ không khí, thông qua năng lượng ánh sáng mặt trời để tiến hành quang hợp. Điều khác nhau cơ bản là: rừng là tự nhiên còn NN là nhân tạo. Tính nhân tạo này đã tạo ra nhiều vấn đề không có trong tự nhiên: làm suy thoái đất và tài nguyên sinh học, phát sinh nhiều loại dịch hại...

NN là nhân tạo nhưng nó vẫn tồn tại trong thiên nhiên và chịu sự chi phối của tự nhiên. Điều rất quan trọng mà mọi người cần phải ý thức được là cần và phải tuân theo và thích ứng được với những quy luật của tự nhiên. Phần lớn những vấn đề mà nền NN hiện nay đang phải đối mặt là do người ta đã không hiểu, không tuân theo và đôi khi làm ngược lại các quy luật đó.

Hệ sinh thái rừng tự nhiên

Hệ sinh thái rừng tự nhiên là một hệ hoàn chỉnh, trong đó có một số lượng rất lớn các loài động, thực vật và vi sinh vật khác nhau, giữa vật sống (sinh vật) và vật không sống (phi sinh vật) đã tạo lập được mối quan hệ ở trạng thái cân bằng nào đó. Điều quan trọng là phải hiểu được 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 trong tự nhiên đều thuộc vào một trong ba loại: sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ và sinh vật phân huỷ. Muốn hiểu HST, cần hiểu biết tác động qua lại giữa các nhóm sinh vật trên cũng như với các yếu tố phi sinh vật khác (mặt trời, không khí, chất khoáng...).

Vai sản xuất thuộc về thực vật có diệp lục, có khả năng tạo ra cacbonhidrat cho bản thân chúng và cho các sinh vật khác nhờ khả năng đặc biệt “đóng hộp” được năng lượng ánh sáng mặt trời vào trong cơ thể chúng.

Vai tiêu thụ là các loài động vật dùng thực vật xanh làm thức ăn (trực tiếp hay gián tiếp). Vai tiêu thụ lại được chia thành 4 lớp: Lớp I là các sinh vật ăn thực vật (như côn trùng ăn lá); lớp II là các sinh vật ăn thịt bậc I (như nhện, ếch); lớp III là các sinh vật ăn thịt bậc II, chủ yếu dùng sinh vật lớp II làm thức ăn (như rắn); lớp IV là động vật ăn thịt (diều hâu, hổ), bọn này dùng các động vật lớp trước nó làm thức ăn.

Vai phân huỷ là các vi sinh vật (nấm, vi khuẩn...) sống bằng cách ăn các chất hữu cơ như chất thải của vai sản xuất và vai tiêu thụ (lá rụng, xác súc vật). Số lượng của chúng trong đất và trong tự nhiên cực kì lớn. Chức năng quan trọng nhất của các vi sinh vật trong vai này là biến đổi chất hữu cơ thành mùn qua quá trình khoáng hoá. Mùn cần thiết để tạo ra đất và cải thiện độ phì đất. Chất khoáng lại được các vai sản xuất hấp thụ. Ở một góc độ khác, vai này có vai trò “dọn sạch” cho hành tinh chúng ta.

Như vậy, vai sản xuất càng sản xuất được nhiều cacbonhidrat thì các vai tiêu thụ càng sống tốt hơn. Các chất hữu cơ do vai sản xuất và vai tiêu thụ cung cấp cho đất càng nhiều thì các vai phân huỷ càng hoạt động mạnh và càng tạo ra nhiều chất dinh dưỡng khoáng cho các vai sản xuất. Các vai sản xuất tăng thêm và lượng ánh sáng mặt trời được cố định càng nhiều... Hệ thống này được gọi là vòng chu chuyển dinh dưỡng.

Qua vòng chu chuyển dinh dưỡng này, mọi sinh vật đều tăng trưởng và đất trở lên phì nhiêu. Mọi sinh vật và phi sinh vật đều tác động qua lại lẫn nhau trong tự nhiên và không có gì là vô dụng hay không cần thiết trong vòng quay không cùng ấy. Chúng liên kết với nhau bằng các mối liên hệ nhu cầu và hỗ trợ lẫn nhau. Nếu một bộ phận nào đó bị ảnh hưởng thì sẽ ảnh hưởng đến toàn bộ hệ thống.

Mối quan hệ nói trên giữa các vai gọi là dây chuyền thức ăn và mạng lưới thức ăn. Dây chuyền này được cân bằng một cách mỏng manh, vì mọi mối quan hệ hữu cơ đều là tạm thời và có mâu thuẫn; bất kì một sự đột biến của mắt xích nào cũng có thể làm cho cân bằng bị phá vỡ. Ví dụ, nếu rắn hay mèo bị tiêu diệt nhiều thì chuột sẽ tăng mạnh; hay nếu ếch bị bắt nhiều thì sâu hại sẽ tăng lên...

Từ những hiện tượng về sinh thái như trên, có thể rút ra một số chỉ dẫn cho NNBV:

- Nguồn năng lượng chủ yếu để sản xuất carbonhidrat là mặt trời. Nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng này cho quần thể thực vật là điều quan trọng nhất trong NN;
- Chỉ có cây xanh mới có khả năng quang hợp. Mức độ sử dụng năng lượng mặt trời phụ thuộc vào số lượng và cấu trúc của quần thể thực vật;
- Nguồn độ phì (chất khoáng, mùn...) phụ thuộc vào lượng chất hữu cơ có chứa vi sinh vật. Việc cung cấp chất hữu cơ là hết sức cần thiết để cải thiện đất thông qua biện pháp bón phân hữu cơ;
- Mọi sinh vật đều có tác động qua lại với nhau, và không có sinh vật nào 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. Nguồn nước của nước trong đất là mưa. Tuy nhiên chỉ có một phần nhỏ nước mưa là cây có thể sử dụng, phần còn lại bị mất đi bằng nhiều cách. Tổng lượng nước mưa rơi xuống gọi là lượng mưa hiện tại. Lượng mưa hữu hiệu là tổng lượng nước mưa được dự trữ trong đất, được sử

dụng bởi cây cỏ và cho các nhu cầu khác, loại trừ phần mất đi do chảy trôi và bốc hơi. Lượng mưa hữu hiệu là nguồn lực cho cây cỏ, động vật và NN.

Lượng mưa hữu hiệu tăng lên hay không tùy thuộc vào lượng mưa, loại đất, mật độ thảm thực vật, địa hình... Những cách làm tăng “lượng mưa hữu hiệu” trong NN là:

- Cung cấp chất hữu cơ cho đất để tăng khả năng giữ nước của đất;
- Luôn giữ lớp phủ thực vật và chất hữu cơ;
- Canh tác theo đường đồng mức và có những biện pháp kỹ thuật giữ nước trên đất dốc.

Việc bảo vệ rừng và tăng vốn rừng là cách làm hữu hiệu nhất để làm tăng lượng nước hữu hiệu của một khu vực. Rừng giữ được lượng nước mưa trong đất rất lớn nhờ hệ rễ phát triển, và sẽ cung cấp nước từ từ cho sông ngòi. Đồng thời, rừng còn làm tăng và duy trì lượng mưa hiện tại nhờ việc hình thành mây từ sự bốc hơi cục bộ, nhất là ở những nơi nằm sâu trong lục địa.

Sự khác biệt giữa hệ sinh thái nông nghiệp và rừng tự nhiên

a) Tính đa dạng

Khác biệt lớn nhất giữa hai hệ sinh thái này là số lượng loài. Rừng tự nhiên có sự đa dạng rất cao về loài cây, người ta có thể tìm thấy hơn 100 loài trên diện tích 1/2 ha. Trên đất NN chỉ có ít loài hoặc đôi khi chỉ có một loài độc nhất (độc canh) trên diện tích 1/2ha. Độc canh trong NN là một trong những nguyên nhân làm mất sự cân đối trong HSTNN.

b) Dịch hại

Trong rừng tự nhiên hầu như không có vấn đề dịch bệnh, và không có việc một loài sâu hay bệnh nào đó tàn phá hoàn toàn một khu rừng tự nhiên. Còn trong NN thì chuyện đó xảy ra không đến nỗi hiếm. Nhiều người cho rằng nguyên nhân chủ yếu là do trong NN thiếu tính đa dạng.

c) Độ phì của đất

Độ phì của đất rừng tăng dần và bền lâu, vì vòng chu chuyển dinh dưỡng không bị đảo lộn nhờ liên tục có thảm thực vật trên mặt đất. Vòng chu chuyển dinh dưỡng làm tăng độ phì của đất còn thảm thực vật thì duy trì độ phì đó.

Trong NN, phần lớn sinh khối bị lấy đi khỏi hệ sinh thái qua mỗi vụ thu hoạch, rất ít sinh khối thực vật được trả lại cho đất, nên độ phì đất bị suy giảm dần. Đất trồng đòi hỏi tưới không hoặc ít được thực vật che phủ, rất dễ bị xói mòn làm giảm độ phì đất.

d) Sản xuất sinh khối

Rừng tự nhiên có khả năng sản xuất ra một lượng sinh khối khổng lồ, chủ yếu là nhờ có cấu trúc nhiều tầng và vòng chu chuyển dinh dưỡng không bị đảo lộn.

Trên đất NN, cấu trúc của cây cỏ là theo chiều ngang nên không thể sử dụng năng lượng tự nhiên với hiệu suất cao. Vòng chu chuyển dinh dưỡng bị đảo lộn do phần lớn sinh khối bị lấy ra khỏi đất. Do đó sản lượng của đất NN thấp hơn nhiều sản lượng của rừng tự nhiên mặc dù có nhiều đầu vào nhân tạo.

Đặc điểm của hệ sinh thái nhiệt đới

Mỗi vùng trên trái đất đều có những đặc điểm sinh thái riêng. Đáng tiếc là trong quá trình phát triển, nhiều nước nhiệt đới lại đi áp dụng nguyên xi các tiến bộ kỹ thuật trong NN của các nước ôn đới, nơi có các điều kiện sinh thái hoàn toàn khác với nhiệt đới. Các hệ NN cổ truyền tại các nước nhiệt đới vốn đã duy trì được sự bền vững qua nhiều thế hệ đã bị mất đi nhanh chóng, thay vào đó là các kiểu sản xuất NN hiện đại hay NN hoá học, thực chất là “NN

thương mại”. Năng suất cây trồng của nhiều nước nhiệt đới thua kém các nước ôn đới, trong khi rừng mưa nhiệt đới là nơi sinh lợi lớn nhất trong tự nhiên, đứng về mặt sản xuất sinh khối. Chúng ta hãy xem qua những đặc điểm của khí hậu nhiệt đới ẩm.

a) Khí hậu nhiệt đới

Nhiệt độ cao, nắng gắt và thời gian có nắng kéo dài hơn nhiều so với vùng ôn đới. Lượng mưa rất lớn, lại mưa tập trung theo mùa; nhưng lượng mưa hữu hiệu bị giảm thấp, do nước mưa không kịp thấm, tạo thành dòng chảy mạnh trên mặt đất. Nhiệt độ và độ ẩm cao ở đây đã tạo ra những điều kiện tối ưu cho sự phân huỷ diễn ra nhanh chóng, nên lượng hữu cơ tồn tại trong đất luôn có nguy cơ bị tiêu hao nhanh (không bền lâu).

b) Cấu trúc nhiều tầng của rừng tự nhiên

Khí hậu nhiệt đới rất cực đoan trong khi lượng chất hữu cơ trong đất không mấy dồi dào. Để tồn tại và phát triển trong điều kiện như vậy, thiên nhiên đã tạo ra ở đây một cơ chế lí tưởng, đó là những thảm thực vật nhiều tầng. Cấu trúc của rừng gồm có: cây lớn với tán rộng, cây nhỏ dưới tán của những cây lớn, cây nhỏ và ưa bóng dưới tán của những cây nhỏ, đất có cỏ và lớp thảm mục. Ánh sáng gay gắt phần lớn được lá cây sử dụng và không bao giờ rơi trực tiếp xuống mặt đất. Tác dụng tiêu cực của mưa lớn và tập trung với đất bị thảm thực vật dày đặc nhiều tầng triệt tiêu, tác dụng tích cực của nước mưa được thảm thực vật lưu giữ tối đa.

c) Nông nghiệp trong hệ sinh thái nhiệt đới

Khí hậu cực đoan 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 chúng xảy ra trong NN. Canh tác NN bắt đầu bằng việc chặt và khai hoang rừng. Bằng cách đó, khoảng 90% tổng chất dinh dưỡng bị lấy đi khỏi đất, và đất trở nên thiếu chất hữu cơ, mất dần độ phì cũng như giảm thiểu khả năng giữ nước và các phẩm chất tốt khác. Hơn nữa ánh sáng gay gắt và nhiệt độ cao tác động trực tiếp vào mặt đất, làm thoái hoá cấu trúc đất. Mưa dữ dội làm xói mòn lớp đất mặt vốn màu mỡ...

Hệ sinh thái nhiệt đới rất cực đoan nhưng sự cân bằng lại cũng rất mong manh. Điều đó đặt ra nhiệm vụ cấp thiết cho các nhà nông học và các nhà Sinh thái học là phải xây dựng được những hệ canh tác thích hợp, có khả năng sử dụng cao các ưu thế của vùng nhiệt đới và giảm thiểu tới mức tối đa các tác động tiêu cực của khí hậu nhiệt đới, sử dụng hợp lí các nguồn lợi. Nếu chúng ta có được những HSTNN thích ứng với điều kiện ở đây, thì các hệ sinh thái này cho năng suất và sản lượng cao hơn nhiều so với các HSTNN ôn đới.

2.9 Xây dựng hệ canh tác bền vững

2.9.1 Những nguyên nhân dẫn đến canh tác không bền vững

Độc canh và canh tác liên tục là trái với tự nhiên xét trên quan điểm Sinh thái học. Những hệ canh tác này dễ làm bùng nổ dịch hại và làm suy thoái đất.

a) Độc canh

Độc canh là hiện tượng chỉ trồng một hay rất ít loài (hay giống) trên một khu đất liên tục trong nhiều năm nhằm thu càng nhiều lợi nhuận càng tốt. Thực ra thì những nông dân giàu kinh nghiệm cũng đã biết là độc canh có rủi ro lớn, dễ bị mất mùa vì thiên tai và dịch bệnh. Nhưng trong nhiều trường hợp họ vẫn phải làm vì sức ép phải nuôi sống gia đình trong thời gian trước mắt, hoặc do thiếu vốn, thiếu tư liệu sản xuất. Hiện nay do có nhiều phân hoá học và thuốc bảo vệ thực vật có hiệu lực cao và nhanh, nên nhiều người đã canh tác độc canh với các giống mới năng suất cao nhằm tạo ra nhiều sản phẩm hàng hoá tức thời.

Những hậu quả tiêu cực chủ yếu của độc canh là:

- Dịch bệnh dễ gây hại khi chỉ trồng trọt một loài cây;
- Giảm sút tài nguyên di truyền. Nhiều người đã lãng quên các giống bản địa vốn rất quan trọng trong duy trì tính đa dạng di truyền, và người ta chỉ còn biết đến các giống lai năng suất cao.
- Rủi ro kinh tế lớn. Chỉ trồng một loài cây, dễ bị thiên tai hay sâu bệnh làm cho mất mùa hoàn toàn. Ngay cả khi được mùa thì giá cả của loại nông sản đó rất dễ bị giảm thấp do vượt quá nhu cầu của thị trường. Độc canh chưa bao giờ làm cho kinh tế nông hộ ổn định.

b) Canh tác liên tục

Canh tác liên tục có nghĩa là một số loài cây nhất định được gây trồng trên cùng một mảnh đất hàng năm hoặc theo mùa liên tục. Những khó khăn thường gặp là:

- Làm mất cân bằng dinh dưỡng đất, cụ thể là làm thiếu một vài chất dinh dưỡng nào đó, nhất là các nguyên tố vi lượng, ví dụ ở nhiều ruộng lúa miền Bắc thường bị thiếu kẽm và lưu huỳnh. Nguyên nhân là việc canh tác liên tục cùng một loại cây đòi hỏi những chất dinh dưỡng như nhau liên tục, trong khi việc sử dụng phân hoá học chỉ cung cấp được một số nguyên tố đa lượng hay vi lượng nào đó. Để khắc phục, nhất thiết phải tiến hành luân canh và bón phân hữu cơ cho đất.
- Dịch bệnh. Vùng quanh rễ cây rất đặc biệt và khác hẳn so với các nơi khác trong đất về mặt hoạt động của vi sinh vật. Thường các vi sinh vật hoạt động mạnh ở vùng rễ do có nhiều chất tiết ra từ rễ. Mỗi vùng quanh rễ của một loài hay giống cây đều có những điều kiện riêng biệt cho những vi sinh vật đặc biệt. Ví dụ, vùng quanh rễ cây cà chua thường thuận lợi cho việc phát triển giun tròn (tuyến trùng) gây hại, còn của cây ngũ cốc như cây ngô lại hầu như không có. Do vậy, nếu cứ canh tác liên tục thì sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho một số sinh vật gây hại phát triển, và do đó rất dễ làm nảy sinh các bệnh đặc biệt.

C) Khai thác quá mức

Đất chỉ có khả năng cung cấp một lượng dinh dưỡng nhất định cho cây trồng.

Nếu trong quá trình canh tác ta không tìm cách bổ sung hoặc để cho đất có thời gian tự tái tạo nguồn dinh dưỡng đã bị mất cho cây trồng thì đất sẽ bị nghèo kiệt dinh dưỡng, vụ trồng sau sẽ giảm năng suất. Đối với sản xuất nương rẫy của đồng bào vùng đất dốc, sau một thời gian canh tác khi thấy năng suất cây trồng giảm sút đáng kể họ phải dừng lại để cho đất nghỉ sau một thời gian mới canh tác trở lại. Nếu cứ tiếp tục canh tác, đất sẽ quá nghèo kiệt dinh dưỡng, trở thành đất đồi trọc sau sẽ khó phục hồi, không canh tác được nữa.

Đất cần được bảo vệ để có thể tự nó tái tạo dinh dưỡng đã bị cây trồng lấy đi.

Điều này thể hiện rất rõ khi người dân phát nương làm rẫy, nếu phát hết tận đỉnh đồi sẽ không còn cây giữ nước làm cho nương nhanh bị khô cằn, suy thoái nhanh. Mặt khác nếu nói trên phạm vi rộng sẽ không còn nguồn gốc của các cây trồng tự nhiên cho tái tạo sau này mà dẫn đến khả năng phục hồi của đất rất kém.

2.9.2 Phương pháp canh tác bền vững (cải tiến hệ thống canh tác)

Để giải quyết các khó khăn về dịch bệnh và mất cân đối dinh dưỡng, cần áp dụng những hệ thống canh tác thay thế, nhất thiết không nên độc canh. Một số hệ thống thay thế nằm ngay trong các phương thức canh tác cổ truyền như vừa đề cập ở trên, như là canh tác nhiều loài (đa canh), luân canh, canh tác kết hợp...

Để thực hiện một hệ thống canh tác thay thế, cần hiểu rõ về phân loại cây trồng. Tất cả các loại cây trồng đều đã được phân loại theo những đặc tính Thực vật học, nhưng cách phân loại này không mấy dễ hiểu với nông dân. Nông dân thường phân loại theo mùa vụ hay mục đích sử dụng, ví dụ: cây lương thực (cây ngũ cốc), cây họ đậu, cây rau, cây ăn củ...

a) Canh tác nhiều loài

Nên gieo trồng nhiều loài hay giống cây trên một mảnh đất, ở đó có một hay vài loài cây chính và nhiều loài cây phụ. Điều đó làm giảm dịch bệnh và nguy cơ mất mùa của trang trại.

b) Luân canh

Nên trồng luân phiên nhiều loại cây trồng khác nhau theo thời gian trên cùng một mảnh đất. Điều đó làm giảm sự thoái hoá độ phì, mất cân bằng hay thiếu dinh dưỡng và giảm bớt dịch hại. Để xây dựng chế độ luân canh, người ta thường quan tâm đến hai vấn đề:

- Mức độ và loại dinh dưỡng cây tiêu thụ. Ví dụ, sau khi trồng cây cần nhiều dinh dưỡng thì trồng cây cần ít dinh dưỡng hơn về một vài yếu tố nào đó. Mức tiêu thụ dinh dưỡng từ thấp đến cao là: cây họ Đậu, cây lấy củ, rau, cây ăn quả và cây ngũ cốc. Như vậy là cây họ đậu cần ít dinh dưỡng nhất, đồng thời nó còn có khả năng cung cấp thêm N cho đất. Do vậy, nên đưa cây họ đậu vào chu kì luân canh.
- Tính chống chịu sâu bệnh hại. Xếp theo khả năng chống chịu dịch hại từ cao xuống thấp là: cây ngũ cốc, cây lấy củ, cây họ Đậu, rau, cây ăn quả. Như vậy, cây ngũ cốc có thể làm “sạch” hay “chữa bệnh” cho đất, làm giảm thiểu dịch hại (điều này không đúng cho đất trồng cây ngũ cốc liên tục). Do vậy, cần đưa cây ngũ cốc vào hệ thống luân canh trong các hệ thống còn “vắng bóng” cây ngũ cốc.

c) Canh tác kết hợp

Hệ thống canh tác kết hợp là một biến dạng của kiểu canh tác nhiều loài với việc trồng nhiều loài cây khác nhau trên cùng một lô đất. Ví dụ trồng ngô xen đậu. Ngô là loại cây rễ ăn sâu và cần nhiều dinh dưỡng, đậu là cây rễ ăn nông và cần ít dinh dưỡng lại cung cấp đạm cho đất. Không có sự cạnh tranh đáng kể nào giữa ngô và đậu: ngô dùng đạm do cây họ Đậu cố định, đậu dùng thân ngô làm giá leo hay là cây che bóng... Tổng sản lượng của ngô và đậu cao hơn là sản phẩm riêng rẽ của từng loài.

Những hệ thống định canh ở Việt Nam không phải chỉ hoàn toàn là độc canh lúa. Ở 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 vật liệu ở trong vườn, ở hàng rào; chăn nuôi trong vườn nhà; thả cá trong ao, ngoài đồng; thủ công nghiệp dùng nguyên liệu sẵn có từ NN. Có nhiều cách kết hợp như nuôi cá ngoài ruộng lúa, thả vịt sau mùa gặt hái, làm chuồng lợn gần (hay trên) ao thả cá... Mỗi cây dùng vào nhiều mục đích: cây tre bảo vệ xóm làng, cung cấp nguyên liệu cho xây dựng, đan lát; cây mít cây nhãn cho quả và gỗ, lại là cây che bóng, chắn gió hại; cây dâu lấy lá nuôi tằm lấy tơ dệt áo quần, nhộng là một món ăn giàu đạm, sản phẩm phụ của nghề tằm tang làm phân bón cho ruộng, cho vườn. Các loài cây lâu năm tạo môi trường trong lành cho một “ổ sinh thái” trong đó có nếp nhà của nông hộ với “vườn sau ao trước”, hàng cau che nắng nhưng không làm u tối căn nhà, bể hứng nước mưa, chuồng lợn chuồng gà; ao nuôi cá có bụi chuối, cây chanh ven bờ, có giàn mướp giàn bí trên mặt ao...

Hệ thống kênh mương thủy lợi đã có từ thế kỷ thứ I sau Công nguyên, nhưng chỉ thực sự được chú ý mở mang vào thế kỷ X - XI ở phía Bắc và thế kỷ XVI ở phía Nam. Truyền thống thâm canh được đúc kết trong rất nhiều dân ca, tục ngữ như “nước, phân cần, giống”, “nhất thì nhì thục”, thể hiện bằng những kỹ thuật dùng bèo hoa dâu trong thâm canh lúa (thế kỷ XI), cày ải, phơi ải đất lúa “hòn đất nở bằng giỏ phân”, cày vụn rạ, dùng phân chuồng, phân xanh, phân bắc, sáng tạo những giống cây quý về lương thực, thực phẩm thích ứng với từng điều kiện sinh thái, kể cả với những loại đất có vấn đề, còn lưu giữ đến tận ngày nay; có những hệ thống luân canh, xen canh, gối vụ truyền thống: hai vụ lúa-một vụ đậu tương, xen đậu với ngô, với dâu tằm...

Hệ thống NN “định canh” ở vùng đồi núi đặc trưng bởi các loại ruộng, vườn bậc thang: để lại chòm cây trên đỉnh đồi, san ruộng bậc thang theo đường đồng mức, trồng cây theo bờ ruộng bậc thang (cốt khí, dứa dại, dứa ăn quả...) ngăn đất rửa trôi, đắp ngăn các chỗ trũng làm nơi chứa nước tưới lúa, nuôi cá. Người ta thấy ruộng bậc thang đã xuất hiện từ thế kỷ XVI - XVII ở vùng đồi núi Nam Trung bộ. Từ lâu, người ta đã biết lợi dụng nguồn nước tự chảy để đưa nước từ suối về nhà làm nước sinh hoạt và nước sản xuất (nước *lấn*), lợi dụng để giã gạo, chế tạo cọn (guồng) để đưa nước lên nhiều bậc để tưới. Cũng chính nông dân miền núi đã sáng tạo ra vụ lúa mà sau này thành vụ lúa xuân ở đồng bằng. Họ cũng tạo ra nhiều loại cây, con quý nổi tiếng trong cả nước (nếp Tú Lệ, quế Trà Mi, hồi Lạng Sơn, trâu Yên Bái, lợn Mường Khương, v.v...). Họ cũng sáng tạo ra nhiều công thức nông lâm kết hợp, nuôi cá lồng ở suối sau thành nuôi cá lồng, cá bè ở nhiều vùng đồng bằng...

Ở vùng ven biển, người ta khắc phục hiện tượng cát đụn, cát bay bằng cách trồng các hàng cây chắn gió; trồng rừng ngập mặn để lấn biển. Những hệ thống định canh ở Nam bộ đã hình thành trên những “giồng” đất có nước ngọt, những vùng đất cao ven sông, đất cù lao giữa sông. Người ta dùng trâu cày nơi ruộng thấp, dùng dao, cuốc loại bỏ lau lách, cỏ lác cào đắp vào bờ nơi ruộng sâu (“khai sơn trăm thảo”), đào kênh mương để tưới tiêu, thau chua rửa mặn, đắp bờ giữ nước mưa, dưới mương thả cá, trên bờ trồng cây. Đặc biệt là kỹ thuật lên *liếp* làm vườn: giữa hai mương là liếp đất cao. Khi nước vào, phù sa lắng xuống đáy mương, khi nước xuống, phù sa được lấy lên đắp vào gốc cây làm phân bón. Kỹ thuật lên liếp này cũng thấy xuất hiện ở Mêhicô, Hà Lan. Miệt vườn Nam bộ là quê hương của nhiều giống cây ăn trái nổi tiếng, là môi trường sống tốt lành cho người dân.

Như vậy, các hệ canh tác ở các vùng NN nước ta đã có tác dụng tự bảo tồn, tự chống đỡ để phát triển. Dưới đây, chúng ta cùng xem xét và thảo luận thêm về việc xây dựng ở nước ta các hệ canh tác bền vững.

a) Các hệ nông lâm kết hợp

Từ rất xa xưa, nhiều dân tộc sống ở vùng núi đã sáng tạo ra rất nhiều các phương thức luân canh rừng - rẫy.

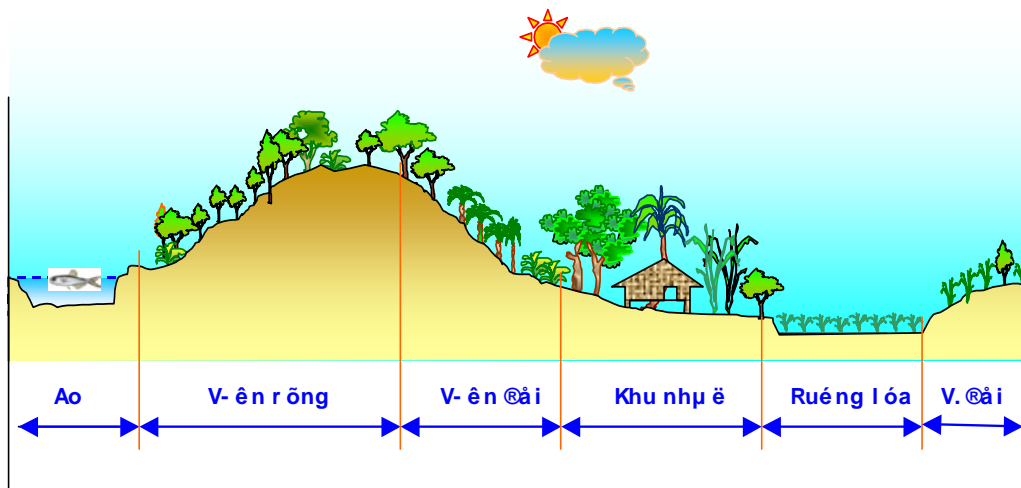
Người Giarai, Êđê ở Tây nguyên làm rẫy trên đất bazan màu mỡ, dốc thoải; rừng che phủ có tác dụng phục hồi độ phì đất sau nương rẫy. Mật độ dân cư thưa thớt, thời gian bỏ hoá kéo dài trên 10 năm, cả đất và rừng đều không bị suy thoái, đất và rừng đủ nuôi người và người không tàn phá rừng và đất. Mật độ dân số tăng lên, thời gian bỏ hoá ngày một co ngắn lại. Rừng tái sinh sau nương rẫy chưa đủ thời gian phục hồi độ màu mỡ cho đất đã lại bị chặt và đốt. Đất thoái hoá dần, năng suất cây trồng giảm dần, rừng tái sinh biến mất nhường chỗ cho những trảng cỏ hoặc cây bụi. Môi trường bị đảo lộn. Mùa khô nghiêm ngặt kéo dài tới 6 tháng dễ làm các trảng cỏ và cây bụi bốc cháy, đất lại càng tro trọi với gió và nắng. Diện tích đất đỏ trên đá bazan thoái hoá không ngừng mở rộng.

Người Mường ở Thanh Hoá, Hoà Bình từ xưa đã có tập quán gieo hạt xoan sau phát nương, nhiệt độ cao khi đốt rẫy kích thích hạt xoan nảy mầm đều và khoẻ. Chăm sóc lúa nương cũng là chăm sóc xoan. Mật độ xoan khoảng 1000-1500 cây/ha. Sau 3 vụ lúa nương, rừng xoan khép tán, hình thành rừng hỗn giao hai tầng xoan-tre nửa. Xoan là cây mọc nhanh, đa dụng rất được người Kinh, người Mường ưa chuộng. Tre nửa và măng cũng tạo ra nguồn thu đáng kể. Sau hơn 8 năm, người ta có thể thu hoạch xoan và tre nửa để tiếp tục một chu kỳ canh tác mới với lúa nương và xoan. Người ta cũng làm như vậy khi xen luồng với lúa, với ngô nương. Hệ canh tác này bền vững qua nhiều thế kỷ.

Đồng bào vùng cao Yên Bái, Quảng Ninh, Quảng Nam có tập quán trồng quế kết hợp lúa nương và sắn. Lúa nương và sắn là cây che bóng cho quế non trong suốt 3 năm đầu.

Nhiều dân tộc khác ở Đông nam Á cũng có các phương thức canh tác kết hợp tương tự giữa cây lương thực ngắn ngày với cây lâm nghiệp, như các phương thức *Taungya* ở Myanmar, hay Kabun-Talun ở Indonesia.

Thuật ngữ Nông lâm kết hợp (*Agroforestry*) được sử dụng nhiều trên thế giới trong những năm gần đây chứa đựng một khái niệm ngày càng mở rộng. NLKH bao gồm các hệ canh tác sử dụng đất đai hợp lý, trong đó các loại cây thân gỗ được trồng và sinh trưởng trên các dạng đất canh tác NN hoặc đồng cỏ chăn thả gia súc. Và ngược lại, các cây NN cũng được trồng trên đất canh tác lâm nghiệp. Các thành phần cây thân gỗ và cây NN được sắp xếp hợp lý trong không gian, hoặc được kế tiếp nhau hợp lý 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” nói lên sự gắn bó hữu cơ giữa cây NN với cây lâm nghiệp, giữa cây dài ngày với cây ngắn ngày trên cùng một diện tích canh tác, một vùng lãnh thổ hay một địa bàn sản xuất.



Hình 3-2. Lát cắt ngang mô tả một hệ nông lâm kết hợp ở Trung du

Thành phần của hệ canh tác NLKH bao gồm:

- Cây thân gỗ sống lâu năm;
- Cây thân thảo (cây NN ngắn ngày hoặc đồng cỏ);
- Vật nuôi (đại gia súc, gia cầm, chim thú hoang, thủy sinh...).

Người ta có thể xếp các hệ trên thành các nhóm:

Hệ canh tác nông - lâm kết hợp

Mục đích sản xuất NN là chính, việc trồng xen các loại cây thân gỗ lâu năm nhằm mục đích phòng hộ cho cây NN (chắn gió hại, chống xói mòn, cải tạo đất, giữ nước, che bóng...), giúp thâm canh tăng năng suất cây trồng NN kết hợp cung cấp gỗ, củi. Việc trồng cây lâm nghiệp trên đất NN không được làm giảm năng suất cây trồng chính. Ở nước ta, có thể lấy ví dụ mấy kiểu canh tác nông - lâm kết hợp sau đây:

- Các đai rừng phòng hộ cản sóng, chủ yếu là các đai rừng chắn sóng bảo vệ đê biển, bảo vệ sản xuất nông nghiệp;
- Kiểu đai rừng phòng hộ, chống gió hại, như các đai rừng phi lao chống gió và cát bay;
- Kiểu các đai rừng phòng hộ chống xói mòn đất và gió hại ở vùng núi và cao nguyên.

Hệ canh tác lâm - nông kết hợp

Trong hệ canh tác này, mục đích sản xuất các sản phẩm lâm nghiệp là chính. Việc trồng xen cây trồng NN là kết hợp, nhằm hạn chế cỏ dại, thúc đẩy cây rừng phát triển nhanh hơn, tạo điều kiện chăm sóc và bảo vệ rừng trồng tốt hơn, kết hợp giải quyết một phần khó khăn về lương thực, thực phẩm ở vùng đồi núi. Có những kiểu sau đây:

- Trồng xen cây NN ngắn ngày với cây rừng trong giai đoạn đầu khi cây rừng chưa khép tán. Có thể là trồng xen cây NN với cây rừng ưa sáng như bồ đề, téch, tre, luồng; hay trồng với cây rừng trong giai đoạn cây rừng còn non không ưa ánh sáng trực xạ mạnh như cây mỡ, quế,...
- Kiểu trồng xen các cây lương thực, thực phẩm, dược liệu dưới tán rừng: cà phê, chè, dừa ta dưới tán rừng lim; sa nhân, thảo quả, gừng dưới tán rừng già,...

Hệ rừng - vườn, vườn - rừng

Hệ này có ý nghĩa rất quan trọng trong canh tác trên đất dốc. Có các loại:

- Kiểu rừng lương thực, thực phẩm, dược liệu: dẻ, sến, đào lộn hột, dừa, quế, hồ, i...
- Kiểu các cây công nghiệp thân gỗ sống lâu năm: cà phê với muông đen; chè và trâu; hồ tiêu và cây gỗ thường mộc,...
- Vườn quả: nhãn, táo, vải, chôm chôm,...
- Vườn rừng, rừng vườn: kiểu hai tầng thân gỗ: tầng cao nhất là mít, tầng 2 là chè; kiểu ba tầng thân gỗ: tầng cao là sầu riêng (ưa sáng hoàn toàn), tầng 2 là măng cụt, dâu (cây trung tính về ánh sáng), tầng 3 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 chăn thả luân phiên, chú ý phát triển các

loại cây gỗ họ Đậu vừa có khả năng nâng cao độ phì cho đất vừa có khả năng làm thức ăn gia súc.

- Kiểu chăn nuôi dưới tán rừng: kết hợp chăn thả gia súc dưới tán rừng phi lao trên đất cát biển hay dưới tán rừng tre luồng của miền trung du.
- Kiểu trồng xen các cây lương thực thực phẩm cùng với chăn thả gia súc dưới tán rừng.

Các hệ canh tác kết hợp nông lâm với chăn nuôi và thủy sản

- Kiểu rừng ngập mặn với nuôi tôm, cá;
- Kiểu rừng tràm với nuôi cá và ong;
- Kiểu rừng tràm với cây lúa, kết hợp nuôi cá và ong;
- Kiểu các vườn quả, vườn rừng, rừng vườn với nuôi ong; rừng tràm, rừng ngập mặn, rừng bạch đàn với 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 loại địa bàn: vùng đất cát và cồn cát ven biển, vùng đất ngập mặn ven biển, vùng đất phèn, vùng phù sa châu thổ, vùng đất đồi và cao nguyên, vùng núi.

b) Hệ sinh thái VAC

VAC là các chữ đầu viết tắt của hệ sinh thái Vườn - Ao - Chuồng. Ở miền núi và trung du, đôi khi người ta còn gắn thêm chữ R là Rừng vào tổ hợp từ viết tắt này, thành hệ sinh thái RVAC. Vườn chỉ các hoạt động trồng trọt; Ao chỉ các hoạt động nuôi trồng thủy sản; Chuồng chỉ các hoạt động chăn nuôi trên cạn. Đây là các hoạt động kết hợp với nhau trong một hệ sinh thái khép kín, trong đó có cả con người. Các sản phẩm của V (rau, đậu, củ, quả), của A (cá, tôm, cua), của C (thịt, trứng, sữa) được sử dụng để nuôi người hoặc để bán; và các chất thải của hệ phụ nộ sẽ được sử dụng như nguồn dinh dưỡng của hệ phụ kia.

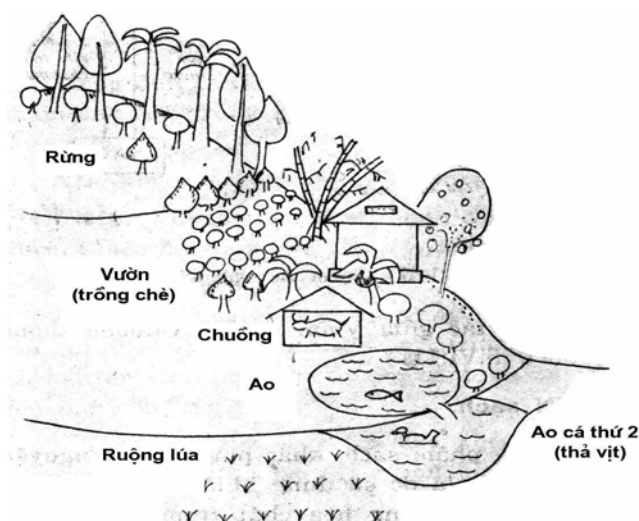
Thực ra thì hệ sinh thái VAC vốn là truyền thống canh tác lâu đời của người nông dân Việt Nam. Cụ Tam Nguyên Yên đã mô tả bức tranh về làng quê Việt Nam trên cơ sở hệ sinh thái VAC trong một bài thơ thất ngôn bát cú nổi tiếng với những *Ao sâu, Vườn rộng* của cụ. Nhân dân ta đã khai thác vườn, ao theo chiều sâu, tận dụng tối đa tài nguyên đất, ánh sáng, nhiều tầng, nhiều loài, mô phỏng theo kiểu của hệ sinh thái rừng nhiệt đới. Vườn, ao, chuồng lại đều ở gần nhà nên tận dụng được lao động, tiện quản lý và chăm sóc; thế nên “nhất canh trì, nhì canh viên, ba canh điền”.

Hệ sinh thái VAC là một mô hình hiệu quả thể hiện chiến lược tái sinh: tái sinh nguồn năng lượng mặt trời qua quang hợp của cây trồng, tái sinh các chất thải (vật thải của công đoạn sản xuất này là nguyên liệu cho quy trình sản xuất khác). Chiến lược tái sinh này còn làm thanh sạch môi trường.

Người nông dân quen gọi kinh tế VAC là “kinh tế vườn” có vai trò to lớn trong cung cấp dinh dưỡng cho nông hộ, tạo thêm công ăn việc làm, tạo thêm của cải cho xã hội. Làm vườn theo cách này đã tạo ra những hệ sinh thái bền vững, cảnh quan trong lành, góp phần gìn giữ và cải thiện môi trường. Nhiều gia đình nông dân đã có trang trại gia đình dựa trên các nguyên lý của VAC (Hình 3-3;3-4).

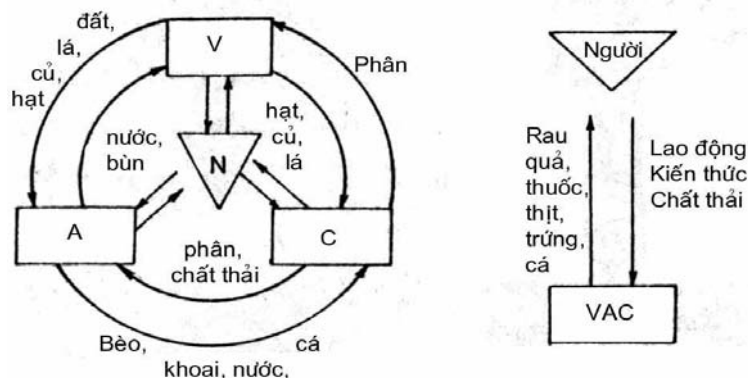
Từ những điều đã nói ở trên có thể thấy, thực chất của mối quan hệ tương tác giữa các thành phần, các yếu tố trong hệ sinh thái VAC là sự luân chuyển, quay vòng (*recycle*) của các dòng vật chất và năng lượng giữa Vườn-Ao-Chuồng thông qua hành vi có ý thức của con người, nhằm:

- Tận dụng không gian sinh thái ba chiều của vùng nhiệt đới giàu ánh sáng, nhiệt độ và độ ẩm.



Hình 3-3. Sơ đồ mô hình (R)VAC

- Khai thác các nguồn tài nguyên tái sinh và tái sử dụng các chất thải của cây trồng, vật nuôi đưa vào chu trình sản xuất mới.
- Hạn chế sự suy giảm các nguồn tài nguyên không tái tạo (chủ yếu là sự xói mòn của đất).
- Làm ra sản phẩm nhiều hơn, đa dạng hơn, có chất lượng tốt hơn trên cùng một đơn vị diện tích canh tác.



Hình 3-4. Sơ đồ hệ sinh thái VAC

Có thể biểu diễn mối quan hệ tương tác giữa Vườn - Ao - Chuồng thông qua hành vi của con người như trong hình 3-3, 3-4.

2.10 Nông nghiệp bền vững và nông nghiệp sạch

NN sạch là nhằm sản xuất ra các nông phẩm sạch, khắc phục những nguyên nhân gây ô nhiễm của NN thương mại, nhất là do sử dụng nhiều Nitrat và các hoá chất trong phòng trừ dịch hại. Việc lạm dụng hoá chất trong NN không những làm nhiễm bẩn môi trường, làm tăng chi phí sản xuất mà còn làm suy giảm sức khoẻ người tiêu dùng.

Ô nhiễm trong NN là vấn đề khó khắc phục vì nó trải rộng trên một diện tích rộng (người phun thuốc trừ sâu ở thượng nguồn một lưu vực có khi lại gây hậu quả tiêu cực cho người ở hạ lưu), vì vậy không thể dùng các “trạm lọc” như người ta đã làm với một nhà máy hay một bệnh viện. Cách khắc phục duy nhất ở đây là sản xuất sạch.

Hạn chế sử dụng các muối nitrat

- Căn cứ theo nhu cầu của cây mà điều chỉnh lượng đạm cần bón bằng cách chỉ bón vào những lúc thiết yếu nhất. Ta cũng có thể đo hàm lượng đạm trong đất và trong cây để quyết định liều lượng và thời gian bón thích hợp, vừa tránh làm nhiễm bẩn môi trường, vừa tiết kiệm vật tư NN.
- Cải tiến cách bón phân: người ta bơm phân bón thể lỏng hoặc thể khí vào lòng đất ở độ sâu của rễ cây nhằm làm tăng khả năng hấp thụ phân bón và giảm được hao phí phân bón.
- Tránh để đất mất đạm: chủ yếu là tránh để đất trống do không được thực vật hay lớp phủ che mặt đất. Để khắc phục, người ta trồng cây vào những lúc đất nghỉ (ví dụ như vụ đông) để chúng hấp thụ lượng đạm hoá học còn tồn dư trong đất do cây trồng trước để lại và giữ cho đất khỏi bạc màu. Sau vụ đông, có thể thu hoạch chúng hay cày vùi chúng tạo thêm phân xanh cho đất.

Lí tưởng nhất là tìm ra phương thức để cây trồng tự đáp ứng nhu cầu đạm bằng cách hấp thụ trực tiếp N khí quyển (khí quyển chứa tới 79% nitơ, nghĩa là sinh vật đang sống trong một thế giới ngập tràn nitơ nhưng lại bị “đói” đạm!) như cách các cây họ đậu thường sống.

Trong đấu tranh phòng chống dịch hại người ta đang cố gắng để các phương pháp sinh học trong phòng trừ dịch hại tổng hợp (IPM) ngày một hữu ích và thiết thực hơn (dùng hoocmôn làm rối loạn các chức năng sinh lí của loài gây hại; áp dụng biện pháp đấu tranh sinh học...).

NN “không sạch” tất nhiên cũng là NN không bền vững, vì:

- Nông sản làm ra do sử dụng nhiều phân hoá học, thuốc trừ sâu, chất kích thích, thuốc bảo quản và các phụ gia chế biến...thường có chất lượng dinh dưỡng kém, độ cảm quan thấp, tăng tỉ lệ nước, chứa các dư lượng hoá chất độc hại.
- Các loại hoá chất dùng trong NN không chỉ làm nhiễm bẩn nông sản mà còn gây ô nhiễm lâu dài đến môi trường đất, nước, không khí, và làm suy giảm tài nguyên sinh học (chế độ độc canh và nạn ô nhiễm làm mất mát những nguồn gen quý giá cho tương lai).
- Tác động tiêu cực lên sức khoẻ người sử dụng hoá chất (do thiếu các phương tiện bảo hộ lao động phù hợp), tích lũy trong cơ thể người tiêu dùng.

Phấn đấu cho một cuộc sống no đủ, xoá đói giảm nghèo và tăng cường sức khoẻ con người là những vấn đề không tách rời nhau. Muốn có sức khỏe thì thức ăn nước uống phải đảm bảo chất lượng dinh dưỡng và không bị ô nhiễm. NN sạch và NNBV có giá trị thực tiễn, mỗi gia đình, mỗi cộng đồng đều có thể thực hiện được.

NN sạch và NNBV phải nằm trong hệ thống chiến lược của toàn xã hội, xuất phát từ tư tưởng lãnh đạo và chính sách quốc gia và liên quốc gia:

- Giáo dục con người sống có đạo đức, có trách nhiệm với đồng loại, với sự hưng thịnh của Trái Đất; có cuộc sống hiện đại nhưng thấm nhuần tính nhân văn cao cả, không lãng phí, ích kỉ, không thoát li cộng đồng, nêu cao bản sắc dân tộc.

- Phát triển sản xuất NN (hiểu theo nghĩa rộng gồm cả lâm nghiệp, ngư nghiệp) tuân theo các quy luật của thiên nhiên, phù hợp với điều kiện sinh thái địa phương, bảo tồn tính đa dạng, du nhập thận trọng các giống, loài thích nghi, thực hiện chế độ đa canh và luân canh.
- Không ngừng cải thiện độ phì nhiêu và nâng cao sức sản xuất của đất.
- Có những biện pháp nghiêm ngặt khuyến khích sản xuất các sản phẩm sạch, bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý tài nguyên.

2.11 Nông nghiệp bền vững về mặt xã hội

NNBV về mặt xã hội là nói đến cách sống trong cộng đồng. NNBV rất chú ý đến các *vùng sinh học*, coi việc xây dựng các vùng sinh học là một giải pháp cho nhiều vấn đề về chính trị và kinh tế - xã hội. Vùng sinh học là một cộng đồng dân cư sống ở một vùng tự nhiên có địa giới được quy định bởi đường xá, sông ngòi, dãy núi, ngôn ngữ, tín ngưỡng...

Vùng sinh học có quy mô đủ để phần lớn các nhu cầu của mọi cư dân được đảm bảo trong phạm vi của vùng. Mặc dù khu đất của mỗi gia đình được thiết kế và xây dựng theo kiểu bền vững, nhưng bản chất của sự bền vững ấy vẫn thuộc về vùng sinh học, và về lâu về dài chính vùng sinh học mới tiếp cận và đảm bảo được tính bền vững mà các cá nhân không thể làm được.

Mỗi vùng sinh học phát triển theo những đạo đức riêng của nó, ví dụ:

- Bảo vệ và phát triển những đặc điểm tự nhiên và tăng cường tính bền vững của vùng sinh học;
- Phát triển tài nguyên sinh học, đề cao tính nhân văn của vùng sinh học;
- Tạo điều kiện cho mọi người có điều kiện sử dụng đất đai hợp lý trong vùng;
- Những nguyên lý để thực hiện đạo đức ấy là:
 - Phát triển tính bền vững của vùng sinh học là ưu tiên số một;
 - Giữ vững sự lưu thông và tạo những hệ thống truyền thông nhanh chóng trong vùng;
 - Tất cả mọi người trong vùng phải gắn bó với tổ chức địa phương.
 - Tính bền vững của một vùng sinh học có thể được đánh giá bằng việc giảm bớt nhập khẩu và xuất khẩu vào - ra khỏi vùng. Cửa cái của vùng tính bằng sự tăng trưởng của các tài nguyên sinh học (ví dụ tăng tính đa dạng của thực vật và động vật, phát triển các vườn hay các khu rừng cộng đồng, phát triển các vùng rừng ngoại ô,...). Cùng với sự tăng thêm của cái là sự phát triển tiềm năng của nhân dân, khả năng hợp tác có hiệu quả với nhau...

Sự thịnh vượng của một vùng sinh học trước hết là do cách làm ăn hợp tác và sau đó có thể là do cạnh tranh lành mạnh trong vùng.

Việc quản lý vùng sinh học thực hiện theo những quy ước do toàn thể cư dân trong vùng xây dựng lên và tự giác chấp hành. Cơ quan quản lý vùng sinh học có ba nhiệm vụ: (1) hướng dẫn cho cư dân biết làm gì để đảm bảo tính bền vững của vùng; (2) huấn luyện, đào tạo cho họ biết cách làm như thế nào là thích hợp và có lợi nhất; (3) khi sản xuất đã đi vào nề nếp phải chỉ ra hướng và cách phát triển để thoả mãn được nhu cầu và mở rộng sản xuất. Việc quản lý này còn có thể chuyên theo từng lĩnh vực (sản xuất lương thực, giáo dục...).

Mỗi tổ chức, mỗi tài nguyên phải được bố trí theo những tiêu chuẩn phù hợp với đạo đức của vùng. Ví dụ, thực phẩm phải tuân theo những tiêu chuẩn sau:

- Tính địa phương: thực phẩm sản xuất và chế biến ngay tại địa phương;
- Phương pháp sản xuất: thực phẩm được sản xuất với những nguyên liệu hữu cơ không có chất độc diệt sinh vật;
- Giá trị dinh dưỡng: thực phẩm có giá trị dinh dưỡng cao phải được ưu tiên.

Trong việc phát triển các vùng sinh học, chúng ta cần có những quan điểm mới về phát triển kinh tế, về đầu tư, về quyền sử dụng đất đai.

Hệ thống kinh tế hiện nay dựa chủ yếu vào việc sử dụng các tài nguyên không có khả năng tái sinh tự nhiên, phần lớn bị hao mòn và gây ô nhiễm trong quá trình sử dụng, với mục đích cuối cùng là mang lại lợi nhuận tối đa. Trong NNBV, cần phải xây dựng một hệ thống kinh tế mới (hệ thống “xanh”) đặt hoạt động kinh doanh trong mối liên quan với xã hội, với Sinh thái học và đạo đức. Trong khi hạch toán lợi nhuận, đồng thời phải tính đến những “giá” phải trả về mặt môi trường và xã hội. Ví dụ, khi xây dựng một nhà máy chế biến gỗ phải tính luôn cả diện tích rừng bị mất, sự bồi lắng lòng hồ, giá của việc mất đất và trồng lại rừng, sự phân cực giàu nghèo và các tệ nạn xã hội, v.v... Và người ta không ủng hộ những dự án làm suy thoái môi trường, huỷ hoại tài nguyên, gây tệ nạn xã hội, bóc lột sức lao động của con người và làm suy thoái đất...

Một vùng sinh học phải có tác dụng tích cực trong việc hỗ trợ cho các gia đình nghèo, bất hạnh tự cấp được những nhu cầu cơ bản của họ. Hướng dẫn họ cách làm ăn, giúp họ những điều kiện cần thiết ban đầu gây mầm mống cho khả năng tự túc của họ. Tổ chức các hình thức huy động vốn và cho vay luân chuyển, xây dựng các hợp tác xã tiêu thụ, các mô hình doanh nghiệp thương mại địa phương (Local Enterprise Trading Scheme-LETS) là những biện pháp có hiệu quả ở nhiều nơi.

Quyền được sử dụng đất để giải quyết những nhu cầu cơ bản của người dân phải được coi là quyền tự nhiên của mọi người. Quyền sử dụng đất phải đi liền với trách nhiệm không làm suy thoái đất và nghĩa vụ làm cho đất ngày thêm tươi tốt, chứ không phải sử dụng đất như một phương tiện kinh doanh lợi nhuận.

Ở nhiều nước có những mẫu hình sử dụng đất tập thể như mẫu hình Oxfam: tổ chức liên kết giữa những người cần đất để trồng cây thực phẩm với những người có đất muốn cho người khác sử dụng với lợi tức nhất định; trang trại thị trấn: một số người nhận đất công ở sát thị trấn để sản xuất, xây vườn trẻ, nơi nghỉ cuối tuần...và trả tiền thuê đất bằng lợi tức thu được; trang trại hợp tác: hợp tác giữa những người sản xuất với những người tiêu thụ, một số người ở thành phố hợp tác với chủ trang trại để họ cung cấp lương thực-thực phẩm theo nhu cầu, và người thành phố dành thời gian nghỉ cuối tuần để giúp chủ trang trại sản xuất, coi như một đợt đi nghỉ cuối tuần lành mạnh và bổ ích... Ngoài ra còn có các hình thức như câu lạc bộ nông trang hay câu lạc bộ vườn của người dân thành phố, hay hình thức trang trại tập thể của vài chục gia đình cùng hoạt động sản xuất kinh doanh.

Ở nhiều nơi đã tổ chức thí điểm các làng sinh thái (*ecovillage*). Ví dụ, một số nhà Sinh thái học và Nông học của trường đại học Stockholm đã hợp tác xây dựng một làng như thế cho 50 hộ gia đình (200 người) trên khu đất rộng 40 ha (0,2 ha/người), các nhà ở cách xa nhau 100-150m, diện tích mặt nước là 1ha, đủ để xử lý nước thải; chăn nuôi 20 con bò, 100 con lợn và trên 200 con gà. Làng sinh thái này có khả năng tự túc được phần lớn lương thực-thực phẩm và phát triển bền vững. Viện Kinh tế - Sinh thái ở nước ta cũng đang cố gắng xây dựng một số làng sinh thái ở những vùng khó khăn (đất cát Quảng Trị, đất dốc Ba Vì...).

Một vùng sinh học sẽ nghèo đi nếu cư dân hành động theo cách làm giảm khả năng tự giải quyết các nhu cầu của mình và cho của cải chỉ là sự tích lũy tiền bạc và sở hữu. Người ta cho rằng nhu cầu cơ bản của con người bao gồm: thức ăn, nước uống, sự bảo vệ (bao gồm cả chỗ ở), sự yêu mến, sự thông cảm, được làm việc, sự sáng tạo, sự giải trí, sự phát triển cá tính, sự tự do. Của cải, theo quan niệm của nhiều người, là: thu nhập, sức khỏe, chất lượng và khối lượng công việc, chất lượng môi trường sống, an toàn về cá nhân và xã hội, thoải mái về tình cảm và tinh thần.

Lao động của con người là một tài nguyên quý giá, có thể tái sinh và rất phong phú. Con người cần đề cao trách nhiệm đối với vùng sinh học của mình và chọn lựa những công việc hợp với khả năng của mình nhằm thúc đẩy sự phát triển của vùng.

III. Phương pháp phân tích nông nghiệp bền vững

Đánh giá tính bền vững của hệ thống. Đào Thế Tuấn (1995) đã nói: hiện tại chưa có các chỉ số về tính bền vững, còn Peter R. Stevens, 2003 thì cho rằng: thực sự vẫn còn thiếu các phương pháp thực tế để đo tính bền vững của một hệ thống. Từ đây muốn nói rằng để có thể đánh giá được tính bền vững của một hệ thống nào đó ta cần xác định được các chỉ số hay các số đo để nói lên hệ thống đó có bền vững không thông qua việc so sánh chúng theo thời gian, không gian. Các tác giả trong các hoàn cảnh cụ thể khác nhau đã đề xuất hệ thống các chỉ tiêu cho việc đánh giá tính bền vững của hệ thống và đề xuất phương pháp đánh giá cụ thể như sau:

3.1. Các chỉ số được dùng để đánh giá tính bền vững

S. Lopez-Ridaura và cộng sự (2002) đã cho thấy *để đánh giá tính bền vững không cần quá nhiều chỉ tiêu và mỗi hệ thống quản lý tài nguyên có khung cảnh riêng của nó, việc bắt buộc các chỉ tiêu cố định là không thích hợp*, ông ta đã chỉ ra các chỉ tiêu được sử dụng để đánh giá tính bền vững của hai hệ thống sản xuất cà phê ở vùng đất cao Chiapas của Mexico như sau:

- Thuộc tính năng suất bao gồm các chỉ tiêu năng suất, chất lượng sản phẩm, tỷ lệ chi phí/lợi nhuận, thu nhập thuần trên lao động;
- Thuộc tính ổn định, bền bỉ bao gồm các chỉ tiêu như xói mòn, đặc tính sinh học của đất, xu thế năng suất, số loài được trồng, thu nhập của mỗi loài, tỷ lệ sâu bệnh, cỏ dại, hệ số biến động của tỷ số chi phí/ tổng thu (input/output);
- Thuộc tính thích ứng bao gồm: số nông dân làm theo, tỷ lệ diện tích của kỹ thuật được áp dụng;
- Thuộc tính công bằng: gồm tỷ lệ lợi nhuận phân phối cho các nhóm khác nhau;
- Thuộc tính tự tin bao gồm: mức độ tham gia trong quá trình quyết định, chi phí cho tài nguyên từ bên ngoài.

Một bộ chỉ tiêu khác được sử dụng để đánh giá hai hệ thống đồng cỏ - nông nghiệp tối ưu ở Bắc Mexic của Somalia gồm: sản lượng lúa miến, sản lượng sữa, sản lượng thịt, vật chất hữu cơ cho đất, đất bị mất, hệ số dòng chảy mặt, tính ổn định của sản lượng sữa, chỉ số chi phí và lợi nhuận, năng suất lao động, mức độ ổn định của sản xuất sữa, thu nhập của lao động, khả năng cho sữa, chi phí đầu tư ban đầu, nhu cầu lao động, sự phụ thuộc vào đầu tư bên ngoài.

Bộ môi trường và phát triển nông thôn Anh (2004) đã xuất bản bộ chỉ số phát triển bền vững phản ánh khung làm việc cho chất lượng cuộc sống được tổ chức thành ba vấn đề và trong mỗi chúng lại có ba nội dung:

- Bền vững về kinh tế bao gồm: Ổn định và cạnh tranh về kinh tế; Sử dụng tài nguyên và chất thải; Việc làm và giáo dục;
- Xây dựng cộng đồng bền vững bao gồm: Nghèo đói, sức khỏe và nhà cửa; Vấn đề tội phạm và xã hội; Du lịch và khả năng tiếp cận;
- Quản lý tài nguyên và môi trường bao gồm: Sự thay đổi khí hậu và năng lượng; Chất thải không khí, nước và phóng xạ; Cảnh quan và sinh vật hoang dại.

E. Ronchi và cộng sự (2002) đã thiết lập một hệ thống các chỉ tiêu tổng hợp cho phát triển bền vững ở Italy bao gồm:

- (1). Các chỉ tiêu phát triển kinh tế - xã hội: hy vọng của cuộc sống, thu nhập bình quân đầu người, tỷ lệ thất nghiệp, mức độ giáo dục, sức khỏe, an toàn xã hội và tiêu dùng, sở hữu máy tính gia đình, tỷ lệ tiêu dùng cho giải trí và văn hoá, cho nghiên cứu khoa học;
- (2). Các chỉ tiêu môi trường như: hiệu ứng nhà kính, ô nhiễm không khí, dioxin, chất lượng nước biển, cháy rừng, lượng dùng thuốc sâu bệnh mỗi ha, ...
- (3). Các chỉ số sử dụng tài nguyên: tiêu thụ năng lượng sơ cấp mỗi đơn vị GDP, sản xuất năng lượng sơ cấp có khả năng tái tạo, tổng nhu cầu vật chất và tiêu thụ nước mỗi người,...

Để xem xét tính bền vững của hệ thống canh tác nương rẫy ở Sarawak miền Đông Malaysia, R.A. Cramb (1993) đã sử dụng hai chỉ tiêu cụ thể là tổng sản lượng và tổng thu nhập (total production and gross income).

Để đo tính bền vững của hệ thống nông nghiệp ở mức trang trại, A.A. Gomez và cộng sự 1996 đã lựa chọn sáu chỉ tiêu với ngưỡng đánh giá chúng bao gồm: năng suất, lợi nhuận, tần số mất mùa, độ sâu tầng đất, chất hữu cơ, độ che phủ đất liên tục.

Đánh giá tính bền vững nông nghiệp ở mức độ quốc gia, Jose' L. Berrotera'n và J. Alfred Zinck, 2005 đã lựa chọn bốn nhóm chỉ tiêu bao gồm: đa dạng nông nghiệp, hiệu quả của hệ thống nông nghiệp, sử dụng tài nguyên đất, và an toàn lương thực và kèm theo là 17 chỉ tiêu phù hợp với các nhóm chỉ tiêu này.

Do tính bền vững của hệ sinh thái làng rừng, Peter R. Stevens, 2003 đã đề nghị 65 tiêu chuẩn và các chỉ tiêu đại diện bao gồm:

- (1) Nhóm chỉ tiêu đại diện cho bền vững về tài chính gồm 4 tiêu chuẩn
- (2) Nhóm chỉ tiêu về điều kiện xã hội gồm 11 chỉ tiêu:
- (3) Nhóm chỉ tiêu về kỹ năng quản lý gồm 9 chỉ tiêu
- (4) Nhóm chỉ tiêu về tính chất đất gồm 9 chỉ tiêu

Để đánh giá mặt kinh tế của hệ thống, Lynam và Herdt 1989, (theo Clem Tisdell, 1996) sử dụng chỉ số S như sau:

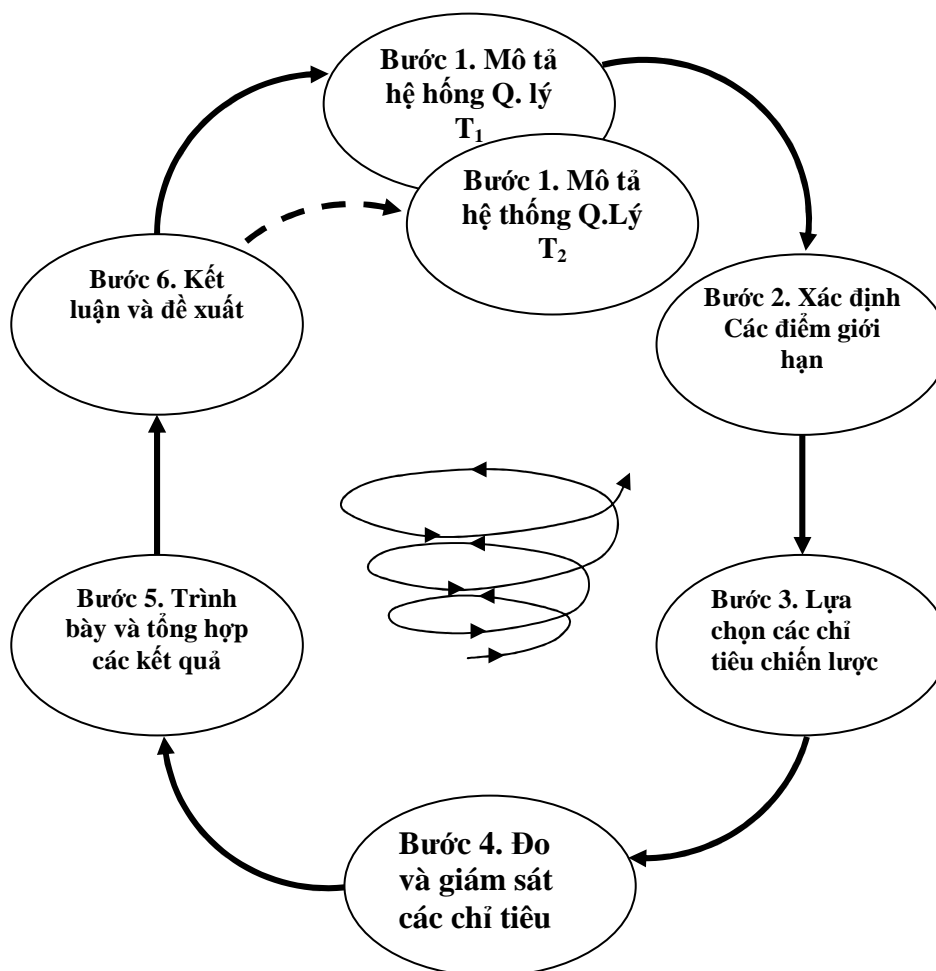
$S = \text{Giá trị đầu ra} / \text{Giá trị đầu vào}$. $S \geq 1$ là tốt (tính tất cả những gì mua vào từ ngoài và tất cả những gì bán ra ngoài).

Tỷ số lợi nhuận $P = (\text{Giá trị đầu ra} - \text{Giá trị đầu vào}) / \text{Giá trị đầu vào}$. Tỷ số này càng lớn càng thể hiện tính bền vững cao hơn.

Như vậy, từ các dẫn liệu trên đây cho thấy, các tác giả đã sử dụng các nhóm chỉ tiêu và chỉ tiêu rất khác nhau tùy theo cấp độ của hệ thống, mục tiêu của nghiên cứu và các điều kiện có thể cho phép của nghiên cứu sao cho các chỉ tiêu đưa ra có tính khả thi, tính hiện thực. Người đề nghị sử dụng ít chỉ tiêu nhất là 2, người đề nghị sử dụng nhiều nhất là 65 chỉ tiêu. Có sự khác biệt này là do qui mô của hệ thống, cấp độ của hệ thống khác nhau và mục đích của nghiên cứu khác nhau. Vậy người nghiên cứu phải tự quyết định trong việc lựa chọn các chỉ tiêu hay nhóm chỉ tiêu cho nghiên cứu của mình sao cho phù hợp với hoàn cảnh cụ thể, mục tiêu cụ thể cho từng cấp độ của hệ thống cần được đánh giá sao cho có khả năng thực hiện được và đảm bảo tính đúng đắn, khách quan của việc đánh giá.

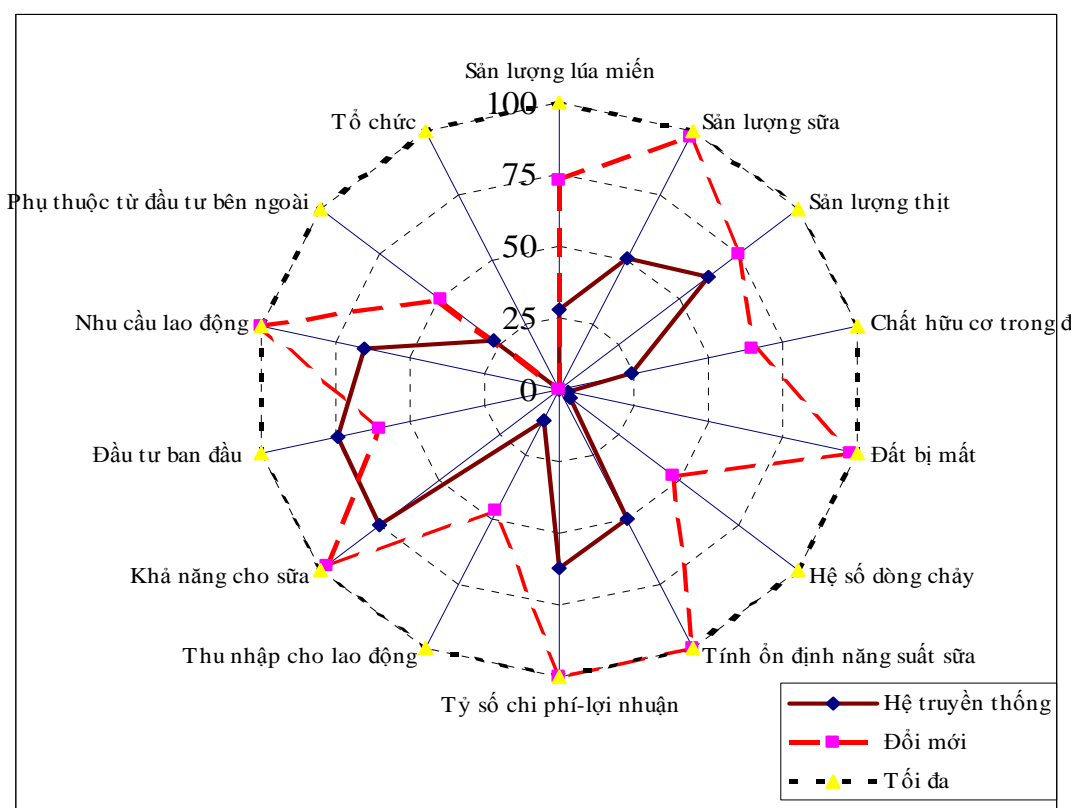
3.2. Khung đánh giá tính bền vững

Để thiết lập khung đánh giá các hệ thống quản lý tài nguyên thiên nhiên kết hợp các chỉ số bền vững (MESMIS), khung đánh giá MESMIS dựa trên quan điểm hệ thống, từ quan điểm này mà 7 thuộc tính (attributes) của bền vững được xác định như sau: tính năng suất; tính ổn định; tính tin cậy; tính chịu đựng, tính không ích kỷ; tính thích ứng; công bằng; khả năng hoạt động. Và cấu trúc hoạt động của MESMIS được xem như một chu kỳ bao gồm 6 bước như hình sau (Hình 3-5. S.Lopez-Ridaura và cộng sự, 2002):



Hình 3-5. Chu trình đánh giá MESMES

Sau khi thống nhất lựa chọn các chỉ tiêu để đo tính bền vững của hệ thống, người ta dùng sơ đồ AMOEBA (hình 3-5) để đánh giá một cách tổng hợp tính bền vững của hệ thống ở bước cuối cùng và so sánh diện tích của sơ đồ vẽ được tại hai thời điểm hoặc hai hệ thống để rút ra kết luận về tính bền vững của hệ thống, thời điểm nào hoặc hệ thống nào có diện tích của sơ đồ lớn hơn thì bền vững hơn (S. Lopez-Ridaura và cộng sự, 2002).



Hình 3-6. Sơ đồ đánh giá tổng hợp tính bền vững của hệ thống

Để đánh giá tính bền vững của một hệ thống nông nghiệp, A. A.Gomez và cộng sự (1996) cho thấy có hai tiếp cận tiềm năng để xác định và đo tính bền vững nông nghiệp. Một cách dựa trên nguyên tắc chỉ số quan trọng của tính bền vững là vị trí đặc thù và sự thay đổi biểu hiện ở nông trại và cách khác là trên cơ sở nguyên tắc quan điểm và phương pháp đo tính bền vững phải giống nhau giữa các trang trại và đây là một quan điểm có hiệu quả và mạnh hơn cho nghiên cứu bền vững nông nghiệp.

Tài liệu đọc thêm

Conway Gordon R., 1984. *What is an Agroecosystem and Why is it Worthy of Studies? In An introduction to human ecology research on agricultural systems in Southeast Asia.* Edited by A. Terry Rambo and Percy E.Sajise. Copyright 1984 by East-West Environment and Policy Institute and University of the Philippines at Los Banos.

Đào Thế Tuấn (1995). Bài: “Về phát triển bền vững của nông nghiệp Việt nam” trong *Tính bền vững của sự phát triển nông nghiệp ở miền Bắc Việt nam*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà nội, trang 27 – 41.

TÓM TẮT

- Mục đích cuối cùng của sản xuất NN là nhằm bồi dưỡng và hoàn thiện đời sống con người. Trong khi đó, các hoạt động NN phổ biến ngày nay chủ yếu là thâm canh sử dụng nhiều năng lượng hóa thạch (phân bón, thuốc trừ sâu hóa học, các chất kích thích tăng trưởng, v.v...) đã làm cho con người phải đối đầu với nhiều tiêu cực về môi trường. Vì vậy, vấn đề đặt ra cho sản xuất NN trong tương lai là vừa phải cho năng suất cao nhưng lại không làm ô nhiễm môi trường; thỏa mãn các nhu cầu của thể hệ hiện tại nhưng không làm phương hại đến nhu cầu của các thế hệ tương lai - đó là mục tiêu của việc xây dựng và phát triển nền NNBV.
- Để phát triển NNBV, các yêu cầu đặt ra là:
 - Đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cơ bản của thể hệ hiện tại và các thế hệ tương lai;
 - Tạo việc làm bền vững, đủ thu nhập và cải thiện điều kiện sống và làm việc của người dân ở vùng nông thôn;
 - Duy trì khả năng sản xuất của các nguồn lực tự nhiên đồng thời với việc bảo vệ môi trường;
 - Giảm thiểu các nguy cơ gây hại cho khu vực NN do các nhân tố tự nhiên không thuận lợi, các nhân tố kinh tế-xã hội và các rủi ro khác, và tăng cường tính tự lực.
- Để đảm bảo cho sự phát triển NN lâu bền, chúng ta phải xem xét sự phát triển ấy trên cả hai phương diện: bền vững về mặt sinh thái và bền vững về mặt kinh tế - xã hội.
- Mặc dù NN là nhân tạo nhưng nó vẫn ở trong thiên nhiên và vì vậy sẽ không tồn tại ở bên ngoài các nguyên tắc của thiên nhiên. Để thực hành NNBV chúng ta phải học từ thiên nhiên. Phương thức canh tác nào theo đúng được các nguyên tắc của thiên nhiên thì sẽ phục hồi được độ phì đất và tạo lập được sự cân bằng sinh thái, và như vậy sẽ đem lại kết quả là năng suất tăng cao và ổn định. Trái lại, lối canh tác phản tự nhiên do chỉ nghĩ đến lợi nhuận tức thời thì sẽ làm đất thoái hóa và mất cân bằng sinh thái nhanh chóng, và về lâu về dài là làm cho sản lượng giảm sút.
- Như vậy, để có được một nền NNBV thì nền NN đó phải hoạt động theo các quy luật sinh thái học cho nên nền NN bền vững cũng chính là nền NN sinh thái. Thực chất của NN sinh thái là hệ luân canh, phòng theo HST của rừng tự nhiên với những nguyên tắc: (1) đảm bảo tính đa dạng, (2) coi đất là một vật thể sống, (3) tăng cường khả năng tái chu chuyển vật chất trong HST, (4) cấu trúc nhiều tầng.
- Canh tác bền vững ở nước ta đã có truyền thống từ lâu đời và có thể tìm thấy những mô hình này ở rất nhiều vùng miền khác nhau trên toàn quốc. Một trong những mô hình canh tác bền vững điển hình là hệ thống Nông lâm kết hợp và mô hình VAC. Trong các mô hình này, từ mối quan hệ không gian cho đến quan hệ vật chất và năng lượng giữa các phần tử của hệ thống đều tuân theo các nguyên lý của nền NNBV.
- Để đánh giá tính bền vững của một hệ thống nông nghiệp, trước hết cần xây dựng được các chỉ tiêu về tính bền vững. Việc xác định chỉ tiêu cho tính bền vững cần căn cứ vào điều kiện cụ thể của hệ thống, mục tiêu của đánh giá, đánh giá theo thời gian hay không gian mà xác định các chỉ tiêu sao cho có tính khả thi. Không có hệ thống chỉ tiêu nào chung cho các trường hợp, nhưng hệ thống chỉ tiêu đó phải giống nhau qua thời gian hoặc

không gian được đánh giá.

- Dùng sơ đồ AMOEBA để đánh giá tổng hợp tính bền vững của hệ thống bằng nhiều chỉ tiêu tỏ ra rất hiệu quả, dễ nhận thấy trực quan, đã được nhiều tác giả áp dụng và chính tác giả cũng đã sử dụng phương pháp này để đánh giá tính bền vững của một hệ thống nông nghiệp tại bản Tát - xã Tân Minh - huyện Đà Bắc - tỉnh Hoà Bình và thấy rất có ý nghĩa, thể hiện hiệu quả rõ cho đánh giá.

Câu hỏi ôn tập

1. Thế nào là phát triển bền vững?
2. Tại sao phải chú ý đến 3 khía cạnh kinh tế, xã hội và môi trường trong đánh giá tính bền vững của hệ thống?
3. Tám nguyên tắc cơ bản được đề ra trong chiến lược phát triển bền vững ở Việt Nam trình bày trong AGENDA 21 như thế nào?
4. Tại sao nói nông nghiệp bền vững lối đi cho tương lai?
5. Nêu các điều kiện để phát triển NNBV?
6. Nêu những đạo đức và nguyên lý của NNBV?
7. Nêu các nguyên tắc xây dựng NNBV?
8. Tại sao phải dựa vào các chỉ tiêu và tiêu chí để phân tích nông nghiệp bền vững?
9. Tại sao khi phân tích và đánh giá phải chú ý đến môi trường đặc thù của địa phương?
10. Anh (chị) hiểu như thế nào về tính “nhất quán” trong phân tích và đánh giá?
11. Tại sao phải dựa vào nhiều góc độ trong phân tích bền vững của hệ thống sản xuất nông nghiệp?
12. Sơ đồ AMOEBA được sử dụng như thế nào?

Bài tập thực hành

Lấy một số ví dụ về hệ thống NN bền vững ở Việt nam ? Phân tích mối tương tác giữa các yếu tố của hệ thống đó dưới góc độ Sinh thái học?

CHƯƠNG IV. PHÂN TÍCH CÂN BẰNG DINH DƯỠNG

Nội dung

Chương này đề cập đến các quan điểm về các dòng vật chất và môi trường dinh dưỡng cây trồng trong hệ sinh thái nông nghiệp. Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đều công nhận rằng mặc dù trái đất được coi là hệ thống gần như khép kín, các chất dinh dưỡng và các sản phẩm có chứa chúng đều có xu hướng chuyển dịch tăng lên từ điểm A đến điểm B, từ cây trồng đến vật nuôi và con người, từ trạng thái rắn sang trạng thái lỏng, khí và ngược lại. Ở địa bàn hẹp, quá trình này đã xuất hiện ngay từ buổi đầu của nền nông nghiệp. Mặc dù vậy, trong thực tại sự thay đổi của các kho dự trữ, dòng Cacbon và dinh dưỡng trở nên mang tính toàn cầu, điều này đã làm cho nhiều vùng đất rộng lớn phải hứng chịu mạnh mẽ sự suy thoái chất dinh dưỡng hoặc ô nhiễm môi trường là kết quả của việc sử dụng quá mức các nguồn tài nguyên. Nó góp phần tạo nên các trở lực khác nhau ở nửa cuối của thế kỷ 20 bao gồm sự gia tăng dân số, công nghiệp hoá, thâm canh và mở rộng sản xuất nông nghiệp, phát triển hệ thống chăn nuôi với nguồn thức ăn đầu tư cao và việc tăng cường sử dụng phân hoá học cũng như loài cây họ đậu cố định đạm. Các nhân tố có liên quan trực tiếp đến sự mất cân bằng Cacbon và dinh dưỡng bao gồm sự bần cùng, thiếu dinh dưỡng, hạn hán và xói mòn ở những vùng vốn đã bị “suy thoái”, ô nhiễm nguồn nước ngầm, đất bị chua hoá, sự giảm sút đa dạng sinh học, khí hiệu ứng nhà kính thải ra ở khu vực bị “ô nhiễm”.

Các nội dung sau đây sẽ được đề cập trong chương này:

- ❖ Giới thiệu về quỹ các chất dinh dưỡng;
- ❖ Chuẩn đoán quỹ dinh dưỡng;
- ❖ Dòng các chất dinh dưỡng và đặc tính dễ tiêu của chất dinh dưỡng;
- ❖ Có thể mối quan hệ giữa cân bằng dinh dưỡng và dòng dinh dưỡng trong đất trở thành chỉ số đánh giá chất lượng môi trường đất;
- ❖ Các nguồn dinh dưỡng trong đất ở trạng thái ổn định và thăng bằng;
- ❖ Cân bằng dinh dưỡng;
- ❖ Theo hướng giá trị chuẩn của đầu vào, đầu ra, năng suất và độ phì của đất;
- ❖ Phân tích hoá học đất trong nghiên cứu tính bền vững;
- ❖ Đánh giá sự bền vững của một số hệ sinh thái nông nghiệp;
- ❖ Duy trì hợp lý hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp (IPNS).

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần:

- ❖ Nắm được quan điểm về quỹ dinh dưỡng và dòng dinh dưỡng vận chuyển trong hệ sinh thái nông nghiệp;
- ❖ Nắm được các nguyên tắc phân tích cân bằng dinh dưỡng;
- ❖ Nắm được các giải pháp cơ bản trong duy trì cân bằng dinh dưỡng thông qua con đường bón phân cân đối và hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp.

I . Phân tích cân bằng dinh dưỡng

1.1 Giới thiệu về quỹ các chất dinh dưỡng

Viết về đề tài bền vững thông thường tạo cảm giác mặc nhận cho rằng hệ sinh thái nông nghiệp không được phép thay đổi và cân bằng dinh dưỡng phải bằng 0. Nếu như đó là sự thật thì cả 2 trường hợp cân bằng dinh dưỡng âm cũng như dương sẽ là các hồi chuông cảnh tỉnh cho tương lai của hệ sinh thái này. Ý tưởng về trạng thái cố định là trạng thái hữu hiệu nhất có thể trở nên ngờ ngợch và cần phải yêu cầu kiểm tra phê phán. Nhằm mục đích trên các khái niệm cơ bản có liên quan đến các quỹ dinh dưỡng đất sẽ được thảo luận trong chương này là kết quả của một hệ thống các khái niệm định lượng về trạng thái cố định bền (tĩnh), bền vững và cân bằng. Với các công cụ được thiết lập, các nỗ lực được tạo ra nhằm đánh giá và phân loại hệ sinh thái nông nghiệp theo tính bền vững.

“Quỹ các chất dinh dưỡng” được hiểu là các dòng chất dinh dưỡng đầu vào (IN) và đầu ra (OUT) của một hệ thống xác định cụ thể, hệ sinh thái nông nghiệp. Cân bằng dinh dưỡng là sự khác biệt giữa tổng các dòng dinh dưỡng vào và ra. Cân bằng dương (Tổng đầu dinh dưỡng vào > Tổng đầu dinh dưỡng ra), đôi khi còn gọi là trường hợp dư thừa dinh dưỡng hoặc vượt quá mức, có dấu hiệu phì hoá dinh dưỡng và cân bằng âm đôi khi còn được gọi là “sự khủng hoảng” các chất dinh dưỡng có nghĩa là hệ thống bị suy thoái.

Cân bằng dinh dưỡng đơn thuần không thể trở thành tiêu chí chung cho người nông dân, các nhà khoa học, các nhà lập chính sách. Phụ thuộc vào độ màu mỡ của đất mà cân bằng dương hoặc âm của một chất dinh dưỡng cụ thể có thể có hoặc không. Không chỉ cân bằng dinh dưỡng mà cả độ lớn tuyệt đối cũng như tương đối của từng quỹ dinh dưỡng cũng cần được quan tâm đến sự cân bằng hợp lý của hệ sinh thái nông nghiệp. Điều này đã gợi nên sự cần thiết phải tách chất dinh dưỡng ra làm 2 dạng dễ tiêu và khó tiêu. Để tránh các rủi ro do việc bất ngờ nhảy sang một lĩnh vực thảo luận kinh điển và không bao giờ kết thúc về khái niệm “dễ tiêu”, các khái niệm sẽ được trình bày trong chương này và sau đó được giới thiệu trong các khái niệm về các nguồn dinh dưỡng trong đất.

Mối liên hệ giữa cân bằng dinh dưỡng và hiện trạng dinh dưỡng đất rất hiếm khi cùng xuất hiện trong các nghiên cứu về bền vững, nhưng chúng được đặc biệt nhấn mạnh trong chương này. Một vấn đề khác cần đến sự chú ý trong phân tích tính bền vững là cân bằng dinh dưỡng trong tình huống có nhiều loại chất dinh dưỡng (đạm (N), lân (P), kali (K), nguyên tố trung lượng và vi lượng) được cung cấp theo tỷ lệ đáp ứng nhu cầu của cây trồng. Đó là điều kiện đầu tiên cho sử dụng chất dinh dưỡng một cách hợp lý nhất và bền vững. Các nghiên cứu đơn thuần một chất dinh dưỡng thông thường bỏ sót các tác động phụ khi mà sự dư thừa của một nguyên tố đôi khi làm thiếu hụt nguyên tố khác.

1.2 Chuẩn đoán quỹ dinh dưỡng

Quỹ dinh dưỡng có thể thay đổi độ lớn theo không gian và thời gian. Phân bố trong không gian có thể dao động từ lục địa này qua lục địa khác, từ cấp huyện và vùng thượng lưu cho đến các trang trại và cánh đồng. Thậm chí ngay cả giữa các cánh đồng, đất và cây trồng có thể có sự cách biệt đáng kể, ngay cả trong đất cũng có thể có các thành phần như dung dịch đất, chất hữu cơ, khoáng chất và các cation, anion được chúng hấp thụ. Thông thường, thời gian hợp lý được kéo dài ra thì kích thước trong không gian của hệ sinh thái cũng được mở rộng ra. Rất nhiều nghiên cứu trên những khu vực thí nghiệm dao động từ 0.1 đến 10 ha. Thời gian nghiên cứu tương ứng là một năm hoặc một vụ trong trường hợp có nhiều vụ trong năm. Ở mỗi một tỷ lệ nghiên cứu nhất định, các dòng chất dinh dưỡng được phân loại thành đầu vào, đầu ra và dòng nội lưu (Janssen, 1992; Smaling và ctv., 1996). Dòng dinh dưỡng cụ thể, ví dụ phân chuồng, có thể là đầu vào của một mảnh ruộng canh tác, nhưng lại là đầu ra của đồng cỏ chăn thả gia súc và là dòng nội lưu cho cả trang trại.

Nhìn chung quỹ dinh dưỡng của một cánh đồng đang canh tác bao gồm 5 dòng dinh dưỡng vào và 5 dòng dinh dưỡng ra. Quỹ Nitơ trình bày ở bảng 4-1 là ví dụ cụ thể cho 3 tình huống 1, 2, và 3:

Bảng 4-1. Quỹ Nitơ ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{năm}^{-1}$)

		A	B	C
Đầu vào				
IN 1	Phân hoá học	1	160	420
IN 2	Phân hữu cơ	2	20	0
IN 3	Từ khí quyển	5	50	15
IN 4	Cố định đạm sinh học	9	20	0
IN 5	Lắng đọng	2	0	0
Tổng đầu vào		19	250	435
Đầu ra				
OUT 1	Sản phẩm thu hoạch	22	120	30 ^a
OUT 2	Chuyển dịch các tàn dư cây trồng	5	40	0
OUT3	Rửa trôi	4	50	160
OUT4	Bay hơi	12	40	160
OUT 5	Xói mòn	29	0	0
Tổng đầu ra		72	250	350
Cân bằng		-53	0	85

A: Đất canh tác tại Ruanda (Stoorvogel và Smaling, 1990); B: Đất canh tác ở Hà Lan; C: Đồng cỏ chăn nuôi ở Anh (Ryden, 1986).

^aTăng trưởng của bò

1. Cân bằng âm được tìm thấy trong nghiên cứu của Stoorvogel và Smaling (1990) ở Ruanda (Châu Phi)
2. Cân bằng trung tính được tính theo giá trị trung bình cho đất canh tác ở Hà Lan; quỹ dinh dưỡng này không được đo trên một cánh đồng cụ thể, nhưng nó được tổng hợp từ số liệu trung bình của lượng phân bón và phân chuồng, nguồn dinh dưỡng cung cấp từ khí quyển, năng suất cây trồng, ước tính mất mát dinh dưỡng do rửa trôi và bay hơi đạm và mặc nhận rằng cây họ đậu được trồng một lần trong suốt 8 năm.
3. Cân bằng dương được tính cho đồng cỏ chăn nuôi bò ở Anh vào những năm 1980 (Ryden, 1986).

Cân bằng dinh dưỡng âm ở Ruanda có thể được giải thích như sau: Hàng năm đất này bị mất đi tới 53 kg N ha^{-1} tương ứng với 2% quỹ dinh dưỡng của N, nếu giả thiết rằng khối lượng của lớp đất mặt $3 \cdot 10^6 \text{ kg ha}^{-1}$ và hàm lượng N trung bình là 1 g kg^{-1} . Nếu hệ số mất mát 2% N trong một năm, hàm lượng đạm sẽ còn một nửa trong vòng 35 năm và sức sản xuất của đất thậm chí còn giảm tồi tệ hơn nữa.

Quỹ dinh dưỡng của đất canh tác thể hiện tình trạng bình quân chung ở Hà Lan dường như thỏa mãn các điều kiện bình thường. Tuy nhiên nhiều loại cây trồng như các loại rau được bón với lượng đạm hơn mức trung bình 160 kg ha^{-1} là ngưỡng được tính có một lượng đạm đáng kể bị mất đi do rửa trôi. Mặc dầu trong trường hợp này cân bằng đạm vẫn ở mức trung tính, lượng đạm bị rửa trôi trong hệ canh tác này vượt quá giới hạn chung của quốc gia và cộng đồng chung Châu Âu EU (Oenema và ctv., 1997)

Cân bằng dinh dưỡng đồng cỏ chăn nuôi cho thấy sự dư thừa đạm, phần dinh dưỡng này có khả năng được tích lũy trong các hợp chất mùn trong đất và làm tăng các khả năng cung cấp đạm cho cây trồng trong các vụ canh tác sắp tới. Cân bằng dương cho thấy cần phải giảm thiểu lượng phân bón hoá học, nhưng nếu cân bằng âm sẽ phải giảm rửa trôi và bay hơi, nếu như phân bón không được giảm một cách tương ứng. Lượng đạm 160 kg ha^{-1} bị mất do rửa trôi và bay hơi vượt quá ngưỡng quy định hiện tại của cộng đồng châu Âu.

Cần phải có những hành động cụ thể cho những hệ thống có cân bằng dinh dưỡng âm cũng như dương, tuy nhiên cân bằng trung tính cũng không nhất thiết an toàn như trường hợp của Hà Lan. Để cải thiện độ phì của đất Ruanda, dinh dưỡng đầu vào cần phải tăng hoặc dòng dinh dưỡng bị mất đi phải giảm. Hiệu quả của kiểm soát xói mòn khác hẳn các nỗ lực nhằm giảm thiểu các mất mát do rửa trôi hoặc bay hơi. Hạn chế xói mòn có thể làm giảm cân bằng âm nhưng không có nghĩa là năng suất cây trồng tăng ngay lập tức. Mặt khác hạn chế mất mát đạm do rửa trôi và bay hơi có thể làm tăng sự hấp thụ dinh dưỡng của cây trồng có nghĩa là tăng năng suất, nhưng không nhất thiết làm giảm cân bằng âm. Có hàng loạt sự khác nhau giữa các dòng dinh dưỡng đầu vào. Càng nhiều chất lắng đọng càng làm giảm cân bằng âm, nhưng có thể không làm tăng năng suất ngay được, trong khi đó với một lượng đạm bón thêm có thể làm tăng rửa trôi, bay hơi đạm và sự hấp thụ dinh dưỡng của cây trồng, kết quả làm cho năng suất tăng nhưng không làm giảm cân bằng âm. Chỉ có trong trường hợp từng phần nhỏ đầu vào của các chất dinh dưỡng tích lũy dần trong đất sẽ làm giảm cân bằng âm.

Các dòng dinh dưỡng mất đi do rửa trôi hoặc bay hơi phải giảm đi trong quỹ dinh dưỡng đất đồng cỏ (cột C). Kinh nghiệm thực tế đã chỉ ra rằng một biện pháp đơn thuần không thể thực hiện được. Nếu chỉ giảm thiểu sự rửa trôi, bay hơi có thể tăng lên. Giảm cả hai mất mát trên, theo lý thuyết sẽ làm tăng nguồn dinh dưỡng dễ tiêu cho đồng cỏ, nhưng năng suất của cỏ đã đạt gần tới năng suất tiềm năng do được cung cấp đạm với hàm lượng cao. Điều này có nghĩa rằng việc giảm sự mất mát đạm không làm cỏ tăng năng suất mà nó làm tăng cường tích lũy đạm ở dạng chất hữu cơ trong đất. Giảm thiểu lượng phân bón hoá học đơn thuần tất nhiên sẽ làm giảm các mất mát cũng như năng suất cây trồng sẽ giảm. Để giải quyết vấn đề này, lượng phân bón hoá học, rửa trôi, bay hơi phải giảm đồng thời, điều này có thể thực hiện được ví dụ như ở hệ thống đồng cỏ không chăn thả.

Các ví dụ trên đã làm sáng tỏ rằng không thể chỉ sử dụng đơn thuần cân bằng dinh dưỡng hay các mối liên quan đến các kho dự trữ chất dinh dưỡng như là tiêu chuẩn so sánh cho sự bền vững, hoặc đường lối chỉ đạo chung để đạt các mục tiêu trong tương lai. Tình huống không bền vững có thể xuất hiện không chỉ ở những hệ có cân bằng âm hoặc dương, mà thậm chí ở những hệ có cân bằng trung tính. Như đã được trình bày trong nghiên cứu của Smaling và cộng tác viên (1997), cân bằng dinh dưỡng cần có cách nhìn thấu đáo giữa những người sản xuất và có ý nghĩa làm thức tỉnh những nhà hoạch định chính sách. Ở mức độ trang trại quỹ dinh dưỡng và sơ đồ các dòng dinh dưỡng có ý nghĩa như là các công cụ quản lý trang trại. Thật đáng biểu dương cho vai trò của quỹ dinh dưỡng, nhưng không vì thế mà biến nó thành các chỉ số tuyệt đối để đánh giá sử dụng đất bền vững.

Các dòng dinh dưỡng đầu ra và vào của quỹ dinh dưỡng được thể hiện trong nghiên cứu của Stoorvogel và Smaling (1990) không chỉ các chất dễ tiêu mà bao gồm tất cả các thành phần chất dinh dưỡng. Quỹ dinh dưỡng này đã thể hiện sự suy thoái dinh dưỡng đất cả dạng dễ tiêu và khó tiêu. Tuy nhiên cần có yêu cầu phân biệt rõ ràng sự cách biệt giữa chất dễ tiêu và khó tiêu trong tiêu chí quản lý chất dinh dưỡng nhằm mục đích duy trì độ phì của đất bền vững.

1.3 Dòng các chất dinh dưỡng và đặc tính dễ tiêu của chất dinh dưỡng

Trong chương này, chất dinh dưỡng dễ tiêu được thể hiện là các chất dinh dưỡng có mặt ở trong dung dịch đất ngay từ đầu mùa vụ hoặc sẽ xâm nhập vào dung dịch đất trong suốt thời vụ. Nhìn chung các đầu ra từ OUT1 đến OUT4 là các dòng dinh dưỡng được cấu tạo bởi các chất dễ tiêu. OUT5 được hình thành bởi dòng các chất khó tiêu trong cấu trúc của các hạt vô cơ và hữu cơ (xói mòn) và dòng chất dễ tiêu được hoà tan trong dòng nước chảy trên mặt. Đối với các dòng dinh dưỡng đi vào hệ sinh thái tình huống còn xảy ra phức tạp hơn là đầu ra (Bảng 4-2). Dinh dưỡng đầu vào IN4 là nguồn dễ tiêu bởi vì nó có liên quan đến cố định đạm cộng sinh (SBNF), nhưng đạm được cố định bởi vi sinh vật sống tự do trong đất (FBNF) trở nên khó tiêu cho cây trồng. Lắng đọng từ khí quyển các chất dinh dưỡng do mưa của IN3 chủ yếu là chất dễ tiêu, nhưng lắng đọng khô lại là các chất khó tiêu. IN5 là dòng dinh dưỡng lắng đọng do nước chảy trên bề mặt đất vào hệ sinh thái, các chất lắng đọng này chủ yếu ở dạng khó tiêu, nhưng các chất dinh dưỡng tiếp tục vận chuyển theo dòng nước lại là các chất dễ tiêu. Các chất dinh dưỡng trong IN1 (phân hóa học) và IN2 (phân hữu cơ) có một phần hoặc toàn bộ dễ tiêu. Hàm lượng đạm và Kali trong phân hoá học, hàm lượng Kali trong phân hữu cơ thường xuyên ở dạng dễ tiêu. Độ dễ tiêu của đạm và lân trong phân hữu cơ bị tác động bởi điều kiện khí hậu, độ dài của chu kỳ canh tác, sức sống của đất và dạng phân bón. Dạng P trong phân lân nhanh tan rất dễ hoà tan trong nước. Tuy vậy, theo cách xác định của chúng tôi, chỉ có miền giá trị từ 0.05 đến 0.2 kg ha⁻¹ P là dễ tiêu trực tiếp còn các dạng phân lân tan khác sẽ bị hấp thụ trên bề mặt của các hạt keo đất.

Bảng 4-2. Ước tính giá trị dễ tiêu của các dòng dinh dưỡng đầu ra OUT, đầu vào IN khác nhau.

Dinh dưỡng	IN1	IN2	IN3	IN4	IN5
N	1.0	0.4	1.0	0.9	0.1
P	0.1	0.1	0.5	n.a. ^a	0.0
K	1.0	1.0	0.5	n.a.	0.1
	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4	OUT5
N	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1
P	1.0	1.0	1.0	n.a.	0.0
K	1.0	1.0	1.0	n.a.	0.1

^an.a.= không áp dụng;

Xem bảng 5-1 để hiểu ý nghĩa của từng thông số IN1-5, OUT1-5.

Mỗi một dòng dinh dưỡng có thể tách ra thành nhóm dễ tiêu f_a và nhóm khó tiêu ($1-f_a$) trong khoảng thời điểm quan sát. Các chất dinh dưỡng khó tiêu có thể cùng mang tên “dinh dưỡng NIA”. Quỹ dinh dưỡng có thể được chia làm hai quỹ. Cân bằng của các quỹ này được hiển thị bằng BALAV đối với chất dễ tiêu, BALNIA đối với chất khó tiêu (NIA).

$$BALAV = \sum_1 f_{ai} IN_i - \sum_1 f_{ai} OUT_i \quad (4-1)$$

$$BALNIA = \sum_1 (1-f_{ai}) IN_i - \sum_1 (1-f_{ai}) OUT_i \quad (4-2)$$

Tổng của hai quỹ này chính là cân bằng dinh dưỡng

$$BALNUT = \sum_1 IN_i - \sum_1 OUT_i \quad (4-3)$$

Các giá trị f_{ai} cho các dòng dinh dưỡng đầu ra đầu vào khác nhau trình bày ở bảng 4-2 phải được coi là chưa đầy đủ, nó dựa trên những hiểu biết tạm thời. Nếu ở trong một lĩnh vực cụ thể nào đó giá trị khác được tìm thấy hãy sử dụng giá trị đó.

Bảng 4-3. Tóm tắt các quỹ đạm dễ tiêu và khó tiêu (kg ha⁻¹ năm⁻¹)

	A	B	C
Chất dễ tiêu			
Tổng đầu vào	15.1	236	449
Tổng đầu ra	45.9	250	370
Cân bằng	-30.8	-14	79
Chất khó tiêu			
Tổng đầu vào	3.9	14	1
Tổng đầu ra	26.1	0	0
Cân bằng	-22.2	14	1
Cân bằng tổng số	-53.0	0	80

Ghi chú: A: đất canh tác Ruanda; B: đất canh tác Hà Lan; C: đất đồng cỏ Anh Quốc.

Với các giá trị của f_{ai} đối với đạm (bảng 4-2), quỹ dinh dưỡng ở bảng 5-1 được tách ra làm quỹ dễ tiêu và khó tiêu. Bảng 4-3 cho thấy toàn bộ đạm của quỹ dinh dưỡng đồng cỏ (C) ở dạng dễ tiêu. Sự dư thừa đạm dễ tiêu sẽ được chuyển thành đạm hữu cơ làm tăng sự tích lũy đạm khó tiêu. Bức tranh khác biệt đối với đất canh tác Hà Lan: quỹ dương là kết quả của sự tích lũy 14 kg đạm khó tiêu và tương ứng với một lượng rộng lớn quỹ âm. Tuy thế hàm lượng đạm dễ tiêu sẽ không giảm 14 kg năm⁻¹ và đạm khó tiêu cũng không tăng lên bởi 14 kg năm⁻¹ bởi vì đạm khó tiêu được chuyển hoá thành đạm dễ tiêu nhờ quá trình khoáng hoá. Tách riêng các quỹ dinh dưỡng ra làm 2 dạng dễ tiêu và khó tiêu như thảo luận phần trên, có thể cho thấy cân bằng âm của đạm dễ tiêu có thể được bù lấp bởi dòng đạm khoáng khó tiêu bằng cân bằng dương của chất đạm khó tiêu.

Trong quỹ dinh dưỡng B và C, đạm dễ tiêu quan trọng hơn hẳn đạm khó tiêu do 2 nguyên nhân chính: (i) phân hoá học chứa toàn bộ đạm dễ tiêu là đầu vào lớn nhất; (ii) trường hợp này không có xói mòn có nghĩa là không có đạm khó tiêu trong đầu ra. Tình huống ở Ruanda rất tương phản (A) khi mà cả cân bằng chất dễ tiêu và khó tiêu đều âm. Chính sửa quỹ dinh dưỡng của chất khó tiêu có thể thông qua con đường kiểm soát xói mòn, bón nhiều phân hữu cơ và tăng cường chất lắng đọng (trầm tích). Điều này không thể làm giảm nhanh gánh nặng cho người nông dân, ngược lại cần phải có các biện pháp thích hợp như giới thiệu các cây họ đậu để tăng khả năng cố định đạm sinh học theo con đường cộng sinh, bón phân hoá học kết hợp với phân chuồng để điều chỉnh quỹ dinh dưỡng dễ tiêu.

Tóm lại quỹ dinh dưỡng dễ tiêu có thể được sử dụng để dự đoán trong công tác quản lý canh tác hiện tại năng suất cây trồng có khả năng duy trì ở mức độ hiện tại hay không và quỹ các chất khó tiêu được dùng để chuẩn đoán khi nào thì dinh dưỡng tổng số sẽ thay đổi và năng suất cây trồng có khả năng duy trì trong một thời gian dài hay không.

1.4 Có thể mối quan hệ giữa cân bằng dinh dưỡng và dòng dinh dưỡng trong đất trở thành chỉ số đánh giá chất lượng môi trường đất?

Đất phải trả giá cho cân bằng dinh dưỡng âm, điều này có ý nghĩa khi so sánh giá trị cân bằng dinh dưỡng với kho dự trữ dinh dưỡng trong đất. Có thể đặt ra câu hỏi khi nào thì kho dự trữ dinh dưỡng được sử dụng ở dạng dễ tiêu, khó tiêu và tổng số. Như đã trình bày ở mục trên, cân bằng dinh dưỡng BALNUT (công thức 4-3) là tốt nhất khi so sánh với kho dự trữ dinh dưỡng trong đất. Về nguyên tắc, không có khó khăn khi phân tích hàm lượng dinh dưỡng tổng số trong đất, nhưng thường xuyên vẫn xảy ra hiện tượng phương pháp phân tích chuẩn chưa thống nhất giữa các phòng thí nghiệm.

Cũng như đã trình bày ở mục trên, cân bằng chất khó tiêu BALNIA (phương trình 4-2) đã được so sánh với kho dự trữ các chất khó tiêu. Kho dự trữ này trong thực tế phải gần bằng kho dự trữ tổng số. Không giống như tình huống đối với các chất dễ tiêu (xem phần sau), tỷ số giữa BALNIA với kho dự trữ dinh dưỡng không thể là hằng số của tính chất đất, bởi vì

dòng dinh dưỡng khó tiêu ra khỏi hệ bằng con đường xói mòn mà quá trình này không những phụ thuộc vào các tính chất của đất mà còn phụ thuộc vào các nhân tố bên ngoài. Tuy vậy tỷ số của chất khó tiêu hoặc xói mòn đối với kho dự trữ dinh dưỡng có thể cung cấp một số thông tin hữu ích đến mức độ nghiêm trọng của xói mòn.

Dựa theo khái niệm tổng quát về chất dễ tiêu là các chất dinh dưỡng có mặt trong dung dịch đất (SSOL) từ đầu mùa vụ hoặc thâm nhập vào dung dịch đất trong suốt vụ canh tác, dung dịch đất phải được xem xét như là kho dự trữ các chất dễ tiêu. Tuy nhiên có 2 nguyên nhân làm cho dung dịch đất không thể được coi là kho dự trữ các chất dinh dưỡng ít nhất ở mức độ quỹ dinh dưỡng của đồng ruộng hàng năm hoặc mùa vụ. Nguyên nhân đầu tiên là phân bố trong không gian theo tỷ lệ mất cân đối. Đó là sự thật khi các dòng dinh dưỡng vào IN và ra OUT của chất dễ tiêu chuyển động vào và ra khỏi dung dịch đất SSOL, nhưng cũng có cả các dòng nội lưu ra vào dung dịch đất như quá trình khoáng hoá chất hữu cơ, phong hoá chất khoáng, phản hấp thụ các ion về phía đầu vào, cố định vi sinh, kết tủa hoá học và hấp thụ ở phía đầu dinh dưỡng ra. Tuỳ từng thời điểm các quá trình trên có thể diễn ra trong hàng ngày, hàng tiếng, hàng giây một cách thường xuyên hơn là mùa vụ canh tác hay hàng năm và sự không đồng đều như vậy là lý do thứ 2 giải thích tại sao dung dịch đất không được xem như là kho dự trữ dinh dưỡng đất. Nồng độ thực tế của chất dinh dưỡng trong dung dịch đất tại thời điểm xác định thường rất nhỏ nếu so sánh với lưu lượng các dòng dinh dưỡng vào ra khỏi dung dịch đất trong suốt chu kỳ canh tác.

Theo các tiến trình như vậy cân bằng các chất dễ tiêu (BALAV) phản ánh sự thay đổi của kho dự trữ dinh dưỡng đối với chất dễ tiêu (Δ SSOL) cũng như sự thay đổi kho dự trữ các chất khó tiêu. Điều này có nghĩa các dạng cân bằng dinh dưỡng như BALAV, BALNIA, BALNUT có thể so sánh với tổng kho dự trữ chất dinh dưỡng trong đất.

Tổng các lưu lượng giữa các kho dự trữ chất khó tiêu và dễ tiêu, cả tỷ lệ chuyển đổi các chất khó tiêu thành các chất dễ tiêu được bao hàm bởi NRM¹ với M là phần dinh dưỡng được huy động. Cường độ của NRM phụ thuộc chủ yếu vào số lượng và chất lượng chất hữu cơ và hàm lượng các chất dinh dưỡng khoáng và có thể được xem như là hằng số được thừa hưởng các tính chất của đất không bị các tác động do sự khác biệt hàng năm hoặc mùa vụ.

Không chỉ phần dinh dưỡng khó tiêu trong đất dần dần trở thành chất dễ tiêu mà cả sự huy động các chất khó tiêu NIA từ các dòng dinh dưỡng xâm nhập vào hệ. Mặt khác một số các chất dinh dưỡng xâm nhập ($\Sigma f_{ai}IN_i$) lại được chuyển hoá thành các chất khó tiêu NIA. Với mục đích của chương này, mặc nhận cả hai sự chuyển đổi trên đã được khấu hao trong giá trị của f_{ai} . Tất cả lồng vào với nhau, nguồn dinh dưỡng dễ tiêu có thể được huy động từ 3 nguồn: Δ SSOL, NRM và $\Sigma f_{ai}IN_i$. Hiển nhiên sự thay đổi dinh dưỡng đất (Δ SSOL + NRM) có thể đối nghịch với cân bằng chất dễ tiêu BALAV:

$$\Delta\text{SSOL} + \text{NRM} = -\text{BALAV} \quad (4-4)$$

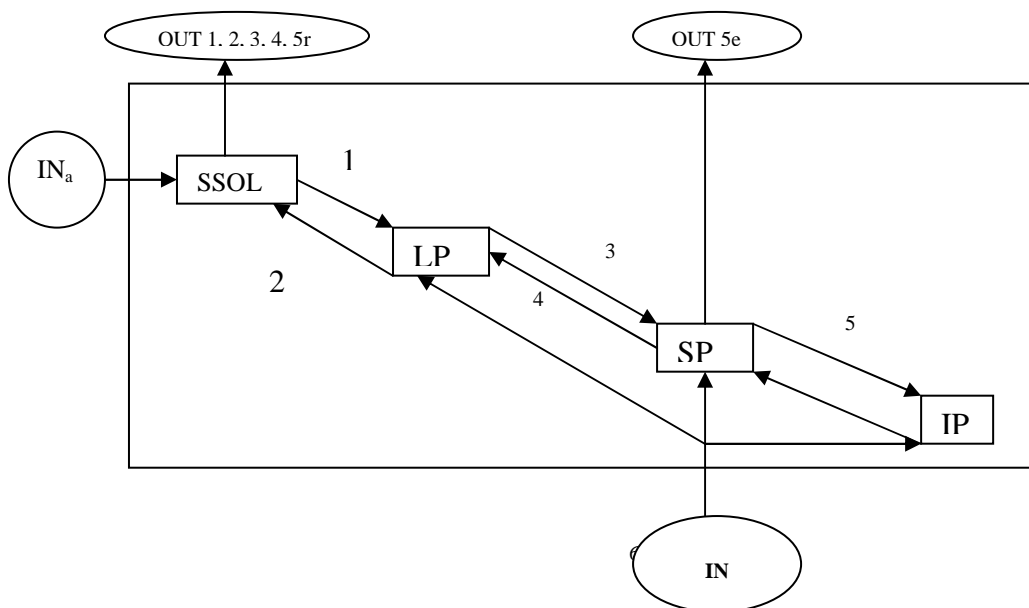
Về nguyên tắc, công thức (2.4) có thể áp dụng được, nhưng thật không may giá trị f_a không được thường xuyên biết đến trong thực tế. Khi các dòng dinh dưỡng dễ tiêu xâm nhập vào hệ ở mức độ có ý nghĩa thì giá trị của cân bằng chất dễ tiêu BALAV sẽ ít bị âm hơn và thậm chí còn dương, do đó rất khó thoả mãn công thức (5-4). Ví dụ đơn giản cho trường hợp này được trình bày ở quỹ dinh dưỡng cột C bảng 5-3.

Ở nhiều quốc gia cận sa mạc Sahara, châu Phi, cả hai cân bằng dinh dưỡng dễ tiêu và khó tiêu đều âm. Smaling và ctv (1997) đã tranh luận về khả năng dùng tỷ số cân bằng dinh dưỡng (âm) với tổng kho dự trữ dinh dưỡng như là “chỉ số chất lượng đất”. Các tác giả đã đi đến kết luận rằng chỉ thực sự có ý nghĩa khi sử dụng tỷ số cân bằng dinh dưỡng dễ tiêu với

¹ Net Rate of Mobilization

tổng kho dự trữ chất dinh dưỡng. Với các suy diễn như vậy thì cân bằng dinh dưỡng cần phải hiệu chỉnh lại bằng cách chuyển đổi các dòng dinh dưỡng dễ tiêu thành các chất khó tiêu và giá trị tuyệt đối của tỷ số giữa cân bằng dinh dưỡng đã được hiệu chỉnh với kho dinh dưỡng bằng tổng của các phần tử khoáng hoá và phong hoá. Một số các dinh dưỡng đầu ra như khoáng hoá và phong hoá được ước tính từ các nghiên cứu có sẵn thay vì đo đếm trực tiếp (Stoorvogel và Smaling, 1990). Các mối liên kết như vậy và nhân tố thời gian đã làm cho các ước lượng còn rất thô thiển và điều này đã làm hạn chế ý nghĩa việc sử dụng cân bằng dinh dưỡng làm chỉ số chất lượng đất.

1.5 Các nguồn dinh dưỡng trong đất ở trạng thái ổn định và thăng bằng



Hình 4-1. Các dòng dinh dưỡng IN, OUT, các nguồn và luồng dinh dưỡng trong hệ thống đất (Các số theo hướng mũi tên chỉ các dòng nội lưu giữa các nguồn dinh dưỡng trong đất. SSOL² ký hiệu dung dịch đất, LP² ký hiệu cho các dinh dưỡng linh động dễ tiêu; SP³ ký hiệu cho phần dinh dưỡng bền trong đất; IP⁴ ký hiệu cho các chất dinh dưỡng ở dạng y trong đất. OUT5e ký hiệu cho dinh dưỡng bị mất do xói mòn, OUT5r ký hiệu dinh dưỡng bị mất đi do dòng chảy mặt.)

Các phân tích về dinh dưỡng tổng số trong đất và dinh dưỡng trong dung dịch đất (SSOL) không nằm trong mạng lưới kiểm tra đất bình thường. Các phân tích đất dưới dạng chất “dễ tiêu” không nằm hoàn toàn trong dung dịch đất, mà lại nằm trong phần linh động trong đất bao gồm chất dinh dưỡng trong dung dịch, dinh dưỡng trao đổi trên bề mặt keo sét và cả phần dinh dưỡng hấp thụ không chặt cả cation và anion. Các chất dinh dưỡng chuyển động một cách thuận nghịch liên tục từ phần hấp thụ đến dung dịch. Các dòng như vậy và các dòng dinh dưỡng khác trong đất được gọi là dòng nội lưu (SIF). Quá trình hút chất dinh dưỡng của cây trồng, thay đổi độ ẩm, bón phân và nhiều nhân tố khác tác động đến độ lớn của dòng nội lưu.

² Labile Pool bao gồm tất cả các dinh dưỡng có khả năng linh động trong đất: dạng hoà tan trong dung dịch đất, dạng trao đổi trên bề mặt keo sét, dạng hấp thụ không chặt.

³ Stable Pool bao gồm các chất được hấp thụ chặt trên keo sét, nhưng nếu bị công phá bởi axit mạnh thì các chất dinh dưỡng đó có thể bị tách ra khỏi keo sét vào dung dịch chiết xuất.

⁴ Inert Pool bao gồm các chất dinh dưỡng được bọc rất chắc chắn ở bên trong các keo sét hoặc các tinh thể khoáng chất, axit không thể công phá được trong điều kiện bình thường hay còn gọi là trơ, ý trước các tác động. Nhiệt độ cao hoặc lực cơ học có thể làm cho sự bảo vệ của các keo sét hoặc chất khoáng bị phá huỷ bị phá huỷ, giải phóng các chất dinh dưỡng trơ lỳ.

Tách khỏi các chất dễ tiêu, các nguồn dinh dưỡng dạng bền và dạng ý, giữ chặt trong đất có thể tách riêng như trình bày trên hình 4-1. Bảng 4-4 tóm tắt các tính chất của các loại dinh dưỡng trong đất. Trong khái niệm của chúng tôi, phần chất khó tiêu chuyển thành dễ tiêu khi nó chuyển dịch từ phần linh động sang dung dịch đất. Đó là dòng nội lưu SIF2 ở hình 4-1. Theo định nghĩa thì cân bằng dinh dưỡng bằng 0 ở giai đoạn bền vững ổn định và độ lớn của mỗi loại dinh dưỡng trong đất không đổi. Điều này có nghĩa ở mỗi một loại hình dinh dưỡng, tổng dinh dưỡng IN vào bằng tổng dinh dưỡng OUT ra khỏi hệ. Bởi vì các nguồn và luồng dinh dưỡng giữ ở mức không đổi trong giai đoạn ổn định, các luồng dinh dưỡng trong một đơn vị thời gian là các phần tử cố định của các nguồn dinh dưỡng. Các nguồn dinh dưỡng cung cấp cho nguồn dinh dưỡng khó tiêu là nguồn dinh dưỡng linh động (LP), nguồn dinh dưỡng bền (SP) và ý (IP) và chỉ có một nguồn dành cho chất dễ tiêu là nguồn dinh dưỡng trong dung dịch đất. Các luồng dinh dưỡng đến và đi khỏi các nguồn dinh dưỡng trong dung dịch đất SSOL, linh động LP, hấp thu bền SP và ý IP được trình bày ở các công thức tương ứng từ 4-5 đến 4-8. $OUT_{5e, LP}$ ký hiệu cho xói mòn của phần dinh dưỡng linh động và vv... Số lượng các dòng nội lưu được trình bày ở hình 4-1.

$${}^5\Sigma_1 f_{ai} IN_i + SIF\ 2 = {}^5\Sigma_1 f_{ai} OUT_i + SIF\ 1 \quad (4-5)$$

$${}^5\Sigma_1 (1 - f_{ai}) IN_{i,LP} + SIF\ 1 + SIF\ 4 = OUT_{5e, LP} + SIF\ 2 + SIF\ 3 \quad (4-6)$$

$${}^5\Sigma_1 (1 - f_{ai}) IN_{i,SP} + SIF\ 3 + SIF\ 6 = OUT_{5e, SP} + SIF\ 4 + SIF\ 5 \quad (4-7)$$

$${}^5\Sigma_1 (1 - f_{ai}) IN_{i,IP} + SIF\ 1 + SIF\ 4 = OUT_{5e, IP} + SIF\ 6 \quad (4-8)$$

Bảng 4-4. Mô tả và các đặc điểm chính của các nguồn dinh dưỡng được mô tả trong chương này.

Tên gọi	Vị trí trong đất	Thời gian tồn tại
Dễ tiêu	Dung dịch đất	< 1 năm hoặc vụ
Linh động	Nằm ở phần bị hấp thụ Chất hữu cơ “tự do”	1-10 năm
Cố định chặt	Phức hợp khoáng mùn, sét Các chất khoáng “dễ” bị phong hoá	10-100 năm
Ý	Chất hữu cơ “già” Chất khoáng	>100 năm

Trong điều kiện thăng bằng là một trường hợp đặc biệt của trạng thái bền cố định, 2 luồng dinh dưỡng của một cặp chạy ngược chiều nhau và có cùng độ lớn. Trên hình 4-1, $SIF\ 1 = SIF\ 2$; $SIF\ 3 = SIF\ 4$ và $SIF\ 5 = SIF\ 6$. Từ các công thức 4-5 đến 4-8, trong trường hợp này giá trị dinh dưỡng dễ tiêu tổng số vào dung dịch đất bằng giá trị dễ tiêu tổng số ra khỏi dung dịch và tương tự như vậy cho các loại hình dinh dưỡng khác như LP, SP, IP, tổng của các dinh dưỡng đầu vào IN của các chất khó tiêu NIA tương ứng với phần dinh dưỡng bị mất đi do xói mòn của một nguồn dinh dưỡng cụ thể.

Một phần của nguồn dinh dưỡng được biểu diễn trong điều kiện thăng bằng ổn định, là điều kiện mà tỷ số độ lớn của 2 nguồn dinh dưỡng tương ứng với tỷ số giữa 2 luồng dinh dưỡng chạy qua 2 nguồn dinh dưỡng. Ví dụ: $SIF\ 3 = F_3 \times LP$ và $SIF\ 4 = F_4 \times SP$. Bởi vì $SIF\ 3 = SIF\ 4$ cho nên $SP/LP = F_3/F_4$. Giá trị của các lượng dinh dưỡng rời khỏi hệ được biểu diễn

bằng một phần nhỏ của nguồn dinh dưỡng thuận nghịch xấp xỉ với thời gian tồn tại của dinh dưỡng cụ thể đó trong nguồn dinh dưỡng đất. Các dòng dinh dưỡng SIF2 và SIF3 rời LP tương ứng với các phần F₂, F₃. Thời gian tồn tại của các chất dinh dưỡng trong nguồn LP là 1 đến 10 năm (Bảng 4-4) và giá trị của F₂ + F₃ khoảng 0.2.năm⁻¹; do thời gian tồn tại của chúng, chúng tôi mặc nhận rằng F₂ = F₃ = 0.1/năm. Thời gian tồn tại của các chất dinh dưỡng trong SP là 10 đến 100 năm nên F₄ + F₅ tương ứng 0.02 năm⁻¹. Mặc nhận rằng chúng có tầm quan trọng tương đương nên mặc nhận tương tự F₄ = F₅ = 0.1.năm⁻¹. Do vậy tỷ số SP/LP tương ứng với 0.1/0.01 = 10. Giá trị được gán cho IP với thời gian tồn tại 1000 năm và tính toán tương tự IP/SP = 0.01/0.001 = 10. Hiện nhiên IP: SP: LP = 100 : 10 : 1 trong điều kiện thăng bằng. Tổng các chất dự trữ trong đất khi đó là (1+10+100) x LP = 111 x LP hoặc LP/tổng số dinh dưỡng dự trữ khoảng 0.01.

Đó là các giá trị thiết thực. Trong trường hợp của Kali, chúng tôi coi phần Kali trao đổi là chất dễ tiêu hay linh động LP, phần Kali được cố định quy cho SP, phần nằm trong khoáng feldspar là IP; chúng chiếm 1-2%, 1-10% và 90-98% kali tổng số dựa vào kết quả nghiên cứu của Follet và ctv., (1981). Trong trường hợp lân, chúng tôi coi P-Olsen tương ứng với LP (dễ tiêu). Van der Ejik (1997) đã tìm ra tỷ số P-Olsen/lân tổng số dao động từ 0.003 đến 0.03 đối với đất không bón phân từ rất nghèo đến rất giàu lân và giá trị 0.01 cho tỷ số LP/tổng số nằm trong miền giá trị trên. Đối với đạm phần linh động chiếm hơn 1% đạm tổng số dựa theo tỷ lệ đạm bị khoáng hoá hàng năm 2-8%, nhưng hiện nay chưa có phương pháp hoá học đơn giản nào để xác định chúng.

Cho đến tận lúc này chúng tôi vẫn chưa đề cập đến dung dịch đất SSOL. Nó được nuôi dưỡng bằng các dòng nội lưu SIF và ΣfaiINi. Các dòng dinh dưỡng ra khỏi dung dịch bao gồm OUT1-4, nếu như không có dòng chảy mặt (OUT5r) và SIF 1. Mặc nhận rằng sự phân bố 60% cho OUT1+2, 20% cho rửa trôi (OUT3), và 10% cho từng dòng OUT4 và SIF1 và độ lớn của LP và SP là 100 và 1000 đơn vị tương ứng, theo đà như vậy trong trường hợp thăng bằng SIF 1 = SIF 2 = 10 đơn vị năm⁻¹, SSOL = 100 đơn vị, các giá trị cho OUT1, OUT2, OUT3, OUT4 theo thứ tự là 50, 10, 20 và 10 đơn vị/năm⁻¹ và ΣfaiINi là 90 đơn vị trong năm. Các tính toán trên đây nhằm đưa ra một khung chuẩn đoán mới về các số liệu phân tích đất.

1.6 Theo hướng giá trị chuẩn của đầu vào, đầu ra, năng suất và độ phì của đất

Nếu như bất cứ một dòng dinh dưỡng nào thất thoát ra môi trường bên ngoài đều được coi là nguy hại thì hệ sinh thái nông nghiệp “hoàn thiện” sẽ luôn luôn ở trạng thái bền vững, ổn định, không có sự mất mát dinh dưỡng, tổng số lượng dinh dưỡng đưa vào hệ sinh thái đủ khả năng duy trì độ phì của đất ở một mức độ cụ thể mà cây trồng có thể hấp thụ được toàn bộ dinh dưỡng dễ tiêu và phát triển trong điều kiện không có nhân tố hạn chế. Nó bao gồm hàm ý: (1) cây trồng đạt năng suất tiềm năng của một giống cụ thể trong điều kiện khí hậu và tính chất vật lý cho phép (2) cân bằng dinh dưỡng bằng 0 (3) không có dòng dinh dưỡng bị mất đi do xói mòn, rửa trôi hoặc bay hơi:

$$5\Sigma 1\text{ INi} = \text{OUT1} + \text{OUT2} \quad (4-9)$$

Độ phì của đất khi đó trở nên tốt nhất cho sự phát triển của cây trồng. Số lượng các dinh dưỡng đưa vào hệ (ΣIN), năng suất, tổng các đầu ra OUT1 + OUT2, độ phì của đất của hệ sinh thái nông nghiệp “hoàn thiện” đã được thay thế bằng các thuật ngữ đầu vào tiêu chuẩn (TI), năng suất tiêu chuẩn (TY), đầu ra tiêu chuẩn (TO), độ phì đất tiêu chuẩn (TSF), và đặc biệt cho các trường hợp TSFN, TSFP, TSFK theo thứ tự tương ứng với N, P, K.

Bởi vì năng suất tiêu chuẩn thay đổi cho phù hợp với các điều kiện vật lý, khí hậu và loại cây trồng nên đầu ra tiêu chuẩn TO, độ phì tiêu chuẩn TSF và dinh dưỡng đầu vào tiêu chuẩn TI biến đổi theo; chúng có thể cao hơn ở đất pha sét so với đất cát, ở cao nguyên nhiệt đới cao hơn so với ở đồng bằng nhiệt đới, cho các giống cây trồng mới hơn các giống cổ truyền. Nếu như độ phì của đất cách xa so với độ phì tiêu chuẩn TSF thì vẫn còn có khả năng đạt được

năng suất tiêu chuẩn mà không có sự thất thoát bất cứ một chất dinh dưỡng nào ra môi trường bên ngoài, nhưng khi đó đòi hỏi phải có một lượng dinh dưỡng tổng số ΣIN khác so với đầu vào tiêu chuẩn TI. Lượng dinh dưỡng đầu vào cần thiết ΣIN để đạt được năng suất tiêu chuẩn ở bất kỳ giá trị độ phì của đất chúng tôi gọi là “Model ΣIN ”. Nó phải là kết quả trong trường hợp dinh dưỡng ra khỏi hệ nằm ở mức cho phép TO chỉ bao gồm OUT1 và OUT2.

Như đã trình bày ở trên, các dòng dinh dưỡng rời khỏi hệ bao gồm các chất dinh dưỡng có từ trước ở trong đất và các chất dinh dưỡng mới thâm nhập vào hệ. Trong đồ thị A của hình 4-2 dòng dinh dưỡng ra khỏi hệ từ quỹ dinh dưỡng dự trữ được mặc nhận có mối quan hệ tuyến tính (đường thẳng nghiêng in đậm) đến ngưỡng độ phì của đất (SFL). Đường gạch chấm nằm ngang biểu diễn $\Sigma OUT = TO$ (trong đó đơn thuần $TO = OUT1 + OUT2$). Khi đường nằm ngang cắt đường chéo in đậm, $SFL = SSF$ ⁵ (ngưỡng “độ phì đất bão hoà”), và tất cả các chất dinh dưỡng cần thiết cho đầu ra TO có thể chỉ được lấy từ đất. Khi SFL lớn hơn SSF, nguồn dinh dưỡng cung cấp cho cây trồng từ đất vượt quá TO và một phần dinh dưỡng sẽ thất thoát ra ngoài môi trường ở dạng OUT 3, OUT4, OUT5. Khi SFL nhỏ hơn SSF, dinh dưỡng cung cấp cho TO không đủ do vậy một phần dinh dưỡng phải được huy động từ các nguồn dinh dưỡng vào hệ sinh thái.

Ở đồ thị B của hình 4-2, Model ΣIN được biểu diễn bằng đường thẳng nghiêng đậm cắt trục hoành ở SSF. Nó lại tỷ lệ nghịch với SFL. Theo lý thuyết, nó phải âm khi SFL lớn hơn SSF để tránh trường hợp thất thoát chất dinh dưỡng (xem đồ thị A). Đồng thời ở đồ thị B, đường gạch chấm nằm ngang đặc trưng cho giá trị dinh dưỡng bằng TO. Khi đường ngang này cắt đường chéo thì Model $\Sigma IN = TI (=TO)$ và $SFL = TSF$; đây là tình huống của hệ sinh thái nông nghiệp “hoàn thiện”. Trong trường hợp SFL nhỏ hơn TSF, Model ΣIN sẽ cao hơn TI.

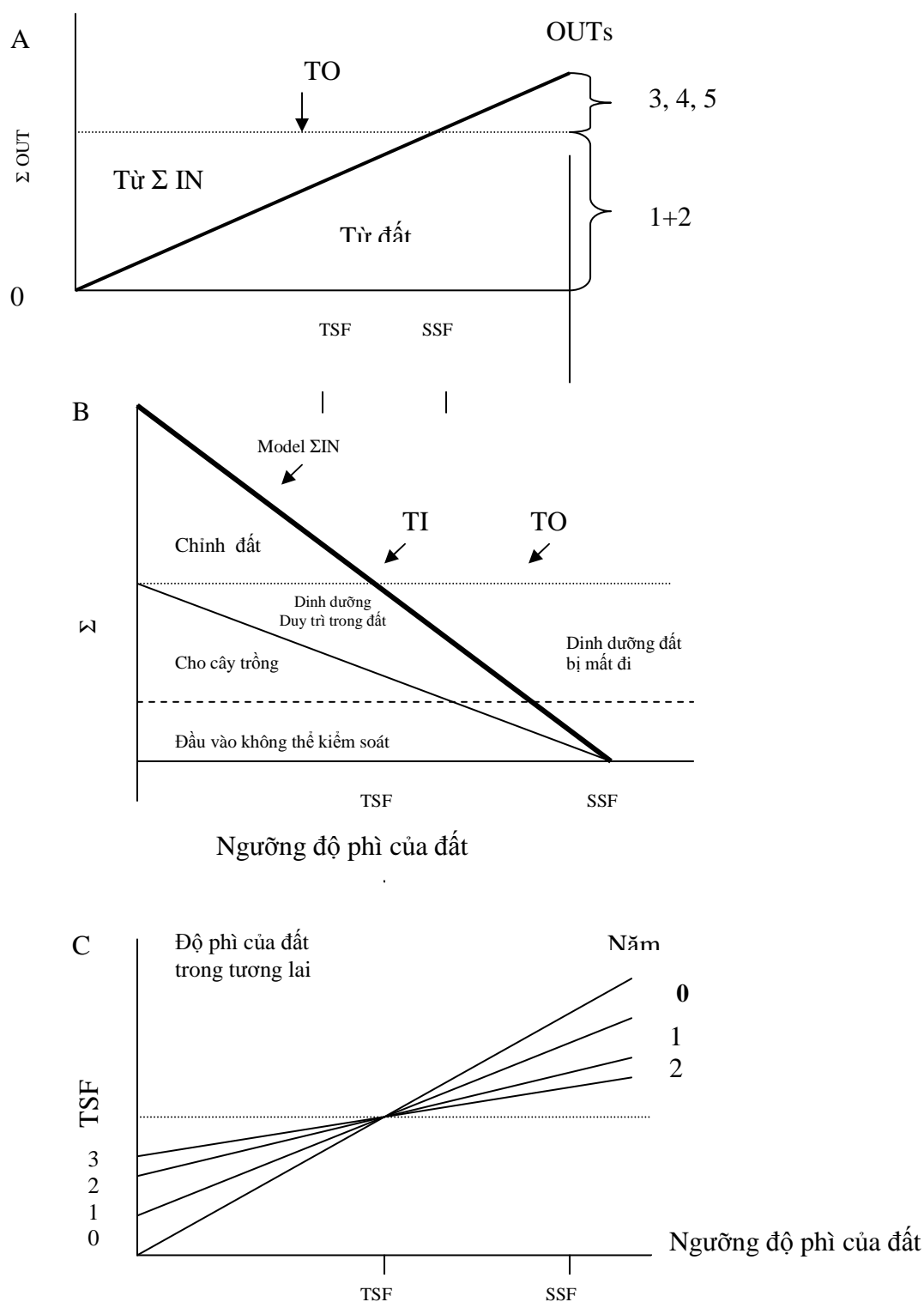
Các dòng dinh dưỡng vào hệ cung được cung cấp cho cây trồng và đất. Dinh dưỡng cung cấp cho đất được sử dụng để “duy trì độ phì của đất” nhằm giữ SFL ở mức TSF; trường hợp này xảy ra khi SFL nằm giữa TSF và SSF. Khi SFL nhỏ hơn TSF, một phần chất dinh dưỡng được sử dụng để điều chỉnh đất nhằm nâng độ phì đất lên độ phì tiêu chuẩn; đó là quá trình tích lũy tuyệt đối các chất dinh dưỡng trong đất. Nó có thể kéo dài vài năm để độ phì đất đạt tới độ phì tiêu chuẩn TSF. Trường hợp SFL cao hơn TSF, Model ΣIN sẽ nhỏ hơn TI; khi đó đầu vào của các chất dinh dưỡng IN sẽ nhỏ hơn đầu ra OUT và đất bị mài mòn chất dinh dưỡng.

Kết quả của điều chỉnh độ phì của đất và lượng dinh dưỡng đất bị mất đi là không tính đến độ phì nguyên bản của đất mà các giá trị trong tương lai tiếp cận dần đến TSF như là được trình bày theo các đường 1, 2, 3 đặc trưng cho các năm ở đồ thị C, hình 4-2. Đường cho năm 0 tất nhiên có tỷ số 1:1.

Các dòng dinh dưỡng vào hệ sinh thái INs có thể chia ra làm dạng được kiểm soát và không kiểm soát (xem phần dưới). Dòng dinh dưỡng không kiểm soát được biểu diễn bằng đường gạch nối ở đồ thị B, giữa dòng này có dòng dinh dưỡng kiểm soát Model ΣIN là lượng dinh dưỡng mà người nông dân sẽ đưa vào ở dạng phân bón.

Model ΣIN có số lượng được dùng vào công việc có ích (cho cây trồng, chỉnh sửa và duy trì độ phì của đất) và không bị hao tổn dinh dưỡng. Đồ thị B cũng chưa thể hiện được tình huống nào sẽ xảy ra nếu tổng các chất dinh dưỡng thực tế ΣIN có giá trị nhỏ hoặc cao hơn Model ΣIN ; nếu nó nhỏ hơn thì năng suất thực thu nhỏ hơn so với năng suất tiêu chuẩn và ngưỡng dinh dưỡng điều chỉnh và duy trì độ phì sẽ nhỏ hơn mức cần thiết, nếu nó lớn hơn phần dinh dưỡng dư thừa sẽ mất đi hoặc được tích trữ trong đất.

⁵ SSF: Saturated Soil Fertility



Hình 4-2. Mối quan hệ giữa ngưỡng độ phì của đất [(A) Phân dinh dưỡng đất có thể cung cấp (đường đậm) và ngưỡng dinh dưỡng cần thêm để đạt đầu ra tiêu chuẩn (TO); (B) Mô hình dinh dưỡng đầu vào tổng số để đạt năng suất tiêu chuẩn, chỉnh sửa độ phì của đất, cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng và duy trì độ phì của đất; (C) Độ phì của đất sau 1, 2, 3 năm của mô hình ΣIN ở đồ thị B].

Trong “hệ sinh thái nông nghiệp lý tưởng” OUT5e của các công thức (4-6) đến (4-8) bằng 0. Khi đó dòng dinh dưỡng khó tiêu NIA thâm nhập $[\Sigma(1-f_{ai}) IN_i]$ vào hệ sinh thái rất

nhỏ xảy ra rất nhiều trong thực tiễn, chỉ có dòng nội lưu SIF còn trụ vững được. Do đó $SIF5 = SIF6$ (công thức 4-8) và hiển nhiên $SIF3 = SIF4$ (công thức 4-7), $SIF1 = SIF2$ (công thức 4-6). Hệ thống trong trường hợp này ở trạng thái thăng bằng như đã giải thích ở trên với $IP/SP = F5/F6$ và $SP/LP = F3/F4$.

Tính bền vững chỉ có thể được đánh giá nếu xem xét cả ngưỡng phân loại cao hơn mức hệ thống trên (Fresco và Kroonenberg, 1992). Đối với hệ sinh thái nông nghiệp, “môi trường” được xếp (một phần) vào mức phân loại cao hơn. Các tình huống trình bày cho Model SIN ở đồ thị B (hình 4-2) dường như bền vững vì không có dinh dưỡng thất thoát ra môi trường bên ngoài. Tuy nhiên không phải lúc nào cũng có thể thực hiện được như vậy. Thậm chí phải đặt ra câu hỏi hệ sinh thái nông nghiệp có thực sự bền vững khi không cho các chất dinh dưỡng thoát ra ngoài? Không dễ dàng kiểm soát sự thất thoát dinh dưỡng, nhưng thậm chí phải có một ít dinh dưỡng để giữ “môi trường” bền vững. Theo lý thuyết các chất dinh dưỡng thoát ra khỏi hệ sinh thái nông nghiệp bằng các chất dinh dưỡng chạy theo chiều ngược lại ($IN3 + IN4 + IN5 = OUT3 + OUT4 + OUT5$). Điều này có thể thoả mãn khái niệm “ngưỡng dinh dưỡng chấp nhận mất mát” trong thực tiễn sản xuất (Oenema và ctv., 1997).

CÁC NGUỒN DINH DƯỠNG TRONG ĐẤT Ở TRẠNG THÁI KHÔNG ỔN ĐỊNH

Nếu như cân bằng dinh dưỡng của các đầu vào IN và ra OUT của các chất dễ tiêu (BALAV, công thức 4-1) có giá trị âm, thì dung dịch đất SSOL và dòng nội lưu SIF1 sẽ giảm xuống. Nó sẽ làm giảm độ lớn của các chất linh động, dễ tiêu LP. Quá trình giảm này là kết quả của giảm dòng nội lưu SIF2 và SIF3, đồng thời quá trình giảm liên tục theo dạng chuỗi như vậy làm giảm hàm lượng chất dinh dưỡng trong dung dịch đất và giảm SP. Nếu $LP: SP: IP = 1:10:100$ (xem phần trên), sự giảm một cách tương đối của SP chỉ bằng một phần mười sự giảm của LP. Dòng nội lưu SIF 5 sẽ nhỏ dần đi cũng như IP là kết quả của việc giảm SP. Sự giảm tương đối của IP xấp xỉ bằng một phần 10 sự giảm tương đối của SP và 0.01 lần sự giảm hàm lượng chất dinh dưỡng của LP. Quá trình giảm của IP diễn ra chậm pha hơn so với SP, mà SP lại chậm pha hơn so với LP, tất cả lại nằm sau dung dịch đất SSOL. Các sự chậm pha trên và sự giảm dần độ lớn theo chuỗi ($SSOL > LP > SP > IP$) tạo cho đất tính đệm chống lại sự suy giảm và sự tích lũy dinh dưỡng. Bởi vì năng suất cây trồng chịu ảnh hưởng trực tiếp từ hàm lượng dinh dưỡng trong dung dịch đất, cho nên độ nhạy cảm của năng suất cây trồng phụ thuộc đến sự thay đổi của hàm lượng các chất dễ tiêu của các dòng dinh dưỡng ra và vào hệ nhiều hơn là sự phụ thuộc của nó vào hàm lượng các chất khó tiêu trong các dòng dinh dưỡng kể trên.

Trong điều kiện không ổn định, các dòng nội lưu không thể tính toán một cách đơn giản như trong điều kiện ổn định được, khi mà dòng dinh dưỡng nội lưu SIF hàng năm có tỷ lệ không đổi trong kho dự trữ mà nó có liên quan. Trong thực tế, dòng nội lưu được vận hành chủ yếu nhờ các hoạt động của vi sinh vật, ngoài ra theo hướng của lực điện tử hoá học trong đất. Bởi vì cơ chế phản hồi rất phức tạp, các mối quan hệ giữa lưu lượng, các nguồn dinh dưỡng và giữa các nguồn đó luôn luôn thay đổi làm công việc định lượng chúng rất khó khăn.

Tuy nhiên chúng tôi làm một số tính toán đơn giản để nêu bật hiệu quả của việc thay đổi phân bón đến năng suất cây trồng tương ứng với các giá trị của tỷ số dễ tiêu/tổng số dinh dưỡng dự trữ, hoặc tác động của các dinh dưỡng xâm nhập vào hệ sinh thái nông nghiệp đến tình trạng thăng bằng của hệ. Dung tích chứa các chất dinh dưỡng trong điều kiện thăng bằng được đặt ở mức 10, 100, 1000 và 10000 tương ứng với dung dịch đất SSOL, LP, SP, IP. Như trình bày ở trên $\sum_{ai} IN_i$ ở mức 90 đơn vị trong một năm, SSOL ở mức 100 đơn vị, và các giá trị OUT1, OUT2, OUT3, OUT4 tương ứng 50, 10, 20, 10 đơn vị trong một năm. Các tính toán theo các trường hợp sau được mặc nhận sự thay đổi các dòng dinh dưỡng vào IN (thay đổi một lần) theo 50 đơn vị trong một năm:

- A Giảm sự xâm nhập IN của các chất dễ tiêu đến dung dịch đất SSOL bằng cách giảm lượng phân bón N;
- B Tăng thêm liều lượng cho IP bằng bụi hoặc tro núi lửa;
- C Tăng thêm liều lượng cho SP bằng phân bón chậm tan ví dụ như quặng photphát;
- D Tăng thêm cho các chất dễ tiêu LP bằng các loại phân bón dễ tan ví dụ như Super lân, mặc nhận rằng chúng sẽ được đất hấp thụ;
- E Tăng thêm cho dung dịch đất bằng loại phân tan nhanh ví dụ phân đạm.

Bảng 4-5 cho thấy giá trị tương đối (làm tròn số) của năng suất cây trồng trong năm đầu tiên và tỷ số dễ tiêu/tổng số dinh dưỡng dự trữ vào thời điểm cuối cùng của năm đầu tiên sau khi dòng dinh dưỡng vào thay đổi từ A đến E. Giá trị của mức thăng bằng được điều chỉnh ở mức độ 100%. Các giá trị tương đối của OUT1 được tính toán cho giá trị tương đối của năng suất cây trồng; chúng cùng được chấp nhận có mối tỷ lệ với nhau.

Mặc dầu các tính toán vẫn còn ở mức rất đơn giản, chúng tôi có thể đưa ra một số dẫn chứng và kết luận quan trọng. Tất nhiên năng suất cây trồng tăng từ A đến E và chúng không lưu ý đến tác động của các phần dinh dưỡng tăng cường thêm cho SP và IP. So sánh các giá trị của chúng trong điều kiện thăng bằng, giá trị của tỷ số dễ tiêu/tổng số được xem xét trong các trường hợp từ A đến E.

Bảng 4-5. Giá trị tương đối (tròn số) của năng suất trong năm đầu tiên và tỷ số dễ tiêu/tổng số dinh dưỡng dự trữ vào thời điểm cuối cùng của năm đầu tiên sau khi dòng dinh dưỡng vào thay đổi 50 đơn vị trong một năm. (Giá trị của mức thăng bằng được điều chỉnh ở mức độ 100. Hãy xem mô tả một cách kỹ lưỡng hơn các mã số hoá trong nguyên bản.)

Thay đổi dòng dinh dưỡng		Năng suất	Dễ tiêu/tổng số
Mã số	Mô tả vắn tắt		
A	Giảm phân đạm	50	95
B	Bụi và tro núi lửa	100	100
C	Đá photphát	100	100
D	Super lân	105	139
E	Tăng phân đạm	150	105

- A Giảm đi khi cân bằng dinh dưỡng dễ tiêu có giá trị âm.
- B Không thay đổi khi cân bằng dinh dưỡng của các chất khó tiêu NIA dương là kết quả của việc xâm nhập tro, bụi.
- C Trong thực tiễn không thay đổi khi cân bằng dinh dưỡng của các chất khó tiêu NIA dương là kết quả của việc bón phân chậm tan.
- D Tăng lên rất nhanh khi mà cân bằng dinh dưỡng dễ tiêu dương là kết quả của việc bón phân tan nhanh và các chất dinh dưỡng này dễ dàng được hấp thụ trên bề mặt của các keo.
- E Tăng lên rất nhanh khi mà cân bằng dinh dưỡng dễ tiêu dương là kết quả của việc bón phân tan nhanh.

Chỉ có ở trường hợp D, tỷ số dinh dưỡng dễ tiêu/dinh dưỡng tổng số thay đổi một cách đáng kể. Trường hợp này biểu hiện tình huống bình thường sau khi bón phân lân tan nhanh. Tỷ số dinh dưỡng dễ tiêu/dinh dưỡng tổng số có thể vì vậy mà được sử dụng làm chỉ số của quá trình suy kiệt hoặc làm giàu các chất dinh dưỡng của hệ sinh thái nông nghiệp, cụ thể hơn là cân bằng dinh dưỡng âm và dương. Chỉ số này có thể trở nên rất giá trị nếu phân tích hoá học đất có thể sử dụng cho mục đích chuẩn đoán cân bằng dinh dưỡng.

1.7 Phân tích hoá học đất trong nghiên cứu tính bền vững

Điều kiện cần thiết để sử dụng các phân tích hoá học đất trong nghiên cứu cân bằng dinh dưỡng là có thể xác định được tất cả các nguồn gốc chất dinh dưỡng trong đất. Nhằm mục đích này, một loạt các phương pháp phân tách các thành phần của P đã đạt được những thành tựu đáng kể trong quá khứ (Hedley và ctv., 1982; Tiesen và ctv., 1984; Beck và Sanchez, 1994), nhưng nó quá cồng kềnh để hoàn thành các thủ tục phân tích.

Bảng 4-6. Tỷ lệ lân dễ tiêu so với lân tổng số dựa theo 3 phương pháp phân tích và một số mô tả chi tiết về vị trí của hệ sinh thái nông nghiệp và nguồn trích dẫn

Phương pháp	Lân dễ tiêu/lân tổng số	Mô tả chi tiết	Địa điểm	Nguồn
Olsen ^a	0.3-0.6	Hạn chế lân	Kenya, Kisii	Van der Eijk, 1997
	0.6-3.3	Phong hoá cát	Côte d'Ivoire	Van Reuler, 1996
	0.8-4	Hạn chế đạm, đất phong hoá	Bờ biển Kenya	Smaling và Janssen, 1987
	1.8-3.5	Giàu lân	Kenya, Kisii	Van der Eijk, 1997
	4-9	600 DAFA ^d		
	6-13	20-60 DAFA		
	13	Thí nghiệm dài hạn	Rothamsted	Johnston, 1996
Bray-1 ^b	1.0-5.9	Phong hoá cát	Côte d'Ivoire	Van Reuler, 1996
	2.5-5	Đất cát pha thịt, dưới rừng	Suriname	Boxman và Janssen, 1990
	5-9	Đất cát pha thịt, lân được bón 5-10 năm		
Dabin ^c	2.1-23.2	Đất cát bị phong hoá	Côte d'Ivoire	Van Reuler, 1996
	5.5-11.0	Đất cát bị phong hoá dưới thảm thực vật tái sinh	Côte d'Ivoire	Frisch, 1982 trích dẫn trong Van Reuler, 1996

^a0.5 M NaHCO₃

^b0.03 M NH₄F + 0.025 M HCl

^c0.5 M NaHCO₃

^dDAFA: số ngày sau khi bón phân; mẫu đất được lấy ngay dưới các chậu thí nghiệm được bón phân dạng hạt.

Hai phương pháp thông dụng là Olsen và Bray-1 để xác định dạng photpho không bền (dễ bị phân huỷ) ở trong đất. Thông thường chúng cho các kết quả tương đối đồng nhất, nhưng đôi khi kết quả phân tích Photpho bị chi phối bởi các tính chất của đất như độ chua pH, sự có mặt của các hợp chất oxit sắt nhôm và carbonat. Phương pháp Dabin kết hợp được cả hai phương pháp trên và nó thường xuyên được sử dụng ở Tây châu Phi. Phương pháp này có khả năng tách chiết P gấp 2 lần lượng P tách bởi phương pháp Olsen hoặc Bray-1. Mỗi phương pháp trên được sử dụng trong các nghiên cứu để biểu thị “lượng lân dễ tiêu” (với nhiều ý nghĩa khác nhau hơn hẳn quan niệm của chúng tôi) và nó đòi hỏi phải có sự điều chỉnh giữa các hệ sinh thái nông nghiệp khác nhau. Bảng 4-6 liệt kê một số giá trị lân dễ tiêu trong mỗi liên hệ với lân tổng số được trích dẫn từ các nguồn tài liệu tham khảo.

Mối liên hệ giữa cân bằng dinh dưỡng và tỷ lệ giữa lân dễ tiêu trong lân tổng số cũng như tỷ lệ Kali trong CEC đã được cố gắng trình bày trong bảng 4-7. Nó có thể được dùng để

chuẩn đoán sơ bộ P và K. Cân bằng dinh dưỡng dựa vào mỗi cân bằng trong lịch sử hiện tại; những số liệu hoá học là kết quả của cân bằng đã xảy ra. Kali trao đổi thường xuyên được coi là lân dễ tiêu hoặc lân không bền ở trong đất. Như đã được tìm ra bởi Hemmingway (1963), trong một vài trường hợp cây trồng có thể hút nhiều Kali hơn lượng K trao đổi hiện có ở trong dung dịch đất, trong các trường hợp khác thì ngược lại.

Bảng 4-7. Chuẩn đoán thăm dò lân dễ tiêu (phương pháp Olsen) theo tỷ lệ đối với lân tổng số và kali trao đổi theo tỷ lệ đối với dung tích trao đổi cation (CEC)

Lân dễ tiêu/lân tổng số (%)	Kali trao đổi/CEC (%)	Cân bằng dinh dưỡng	Bình luận
<0.6	<1	Âm rất lớn	Suy thoái rất mạnh
0.7-1.5	1-2	Âm	Suy thoái
1.5-3	3-4	Trung tính	Trạng thái tự nhiên bền
3-6	5-6 ^a	Dương	Đã bón phân hoặc có sự hạn chế của các chất dinh dưỡng khác
6-10	>6	Dương rất cao	Bón quá nhiều phân
>10		Dương trong thời gian dài	Bón rất nhiều phân có khả năng gây ô nhiễm

^aĐộ phì tiêu chuẩn (TSF_p , TSK_k) nằm trong các vùng xác định trên.

Độ dễ tiêu của Kali trao đổi phụ thuộc vào tỷ lệ của nó đối với dung tích hấp thụ cation (CEC) và phụ thuộc cả vào chất lượng và số lượng các cation khác, có nghĩa là phụ thuộc vào CEC và pH. Việc chuẩn đoán Kali trao đổi bằng tỷ lệ phần trăm của nó đối với CEC (tương ứng với bão hoà Kali) ở bảng 4-7 được trích dẫn từ các số liệu đã được đề cập đến trong cuốn sách này và kinh nghiệm bản thân của tác giả. Đồng thời mối quan hệ giữa Kali trao đổi với K cố định hoặc Kali tổng số có thể cung cấp các thông tin rất hữu ích, nhưng Kali cố định và Kali tổng số rất ít khi được đo đạc.

Trong bảng 4-7, các giá trị của tỷ lệ lân dễ tiêu so với lân tổng số và tỷ lệ kali trao đổi/CEC tương ứng với độ phì mục tiêu của đất (TSF_p và TSF_k) song hành với cân bằng dương (rất nhỏ). Điều này chỉ ra rằng cần thiết phải làm giàu dinh dưỡng đất bằng cách tăng độ phì bền vững tự nhiên lên độ phì mục tiêu của đất. Một khi độ phì của đất đã đạt đến độ phì “mục tiêu”, cân bằng trung tính cần phải được duy trì để gìn giữ độ phì của đất ở trạng thái trên. Đó cũng là ngưỡng duy trì độ bền vững như đã đề cập ở trên. Ngưỡng của Lân và Kali ở dưới và ở trên mức TSF là kết quả của cân bằng quá âm hoặc quá dương, cả hai trường hợp này đều là dẫn chứng của những hệ không bền vững.

Trường hợp của Nito trở nên phức tạp hơn rất nhiều. Nhiều nỗ lực đo quá trình “khoáng hoá Nito” với các thủ tục tiến hành như trường hợp của lân dễ tiêu, nhưng cho đến tận bây giờ vẫn chưa hiệu quả. Một tia hy vọng mới xuất hiện từ nghiên cứu của Hassink (1995) là người đã phát triển hàng loạt các chỉ số dựa trên sự quan sát đất ở trong tình trạng thăng bằng có hàm lượng đạm hữu cơ bão hoà và đạm chứa trong vi sinh vật (MB-N) có mối liên hệ đến cấu trúc của đất, ví dụ hàm lượng cấp hạt sét và limon (<50 μm). Hàm lượng đạm cung cấp của (đồng cỏ) đất liên quan đến sự khác biệt giữa hàm lượng của chúng ở tình trạng đất thăng bằng và hàm lượng thực tại ($\Delta N_{\text{hữu cơ}}$ và $\Delta MB-N$). Khoảng cách này càng lớn độ no đạm càng giảm và đất càng bị suy thoái đạm. Hassink (1995) đưa ra các số liệu hàm lượng bão hoà đạm hữu cơ và đạm vi sinh⁶ cho đất đồng cỏ Hà Lan có thể được coi như đạt giá trị

⁶ Đạm vi sinh (Microbial biomass N) là hàm lượng đạm chứa trong vi sinh vật

TSF_N. Số liệu dạng này cho đất canh tác hầu như trống rỗng, chắc chắn ở đất nhiệt đới. Điều này giải thích tại sao chưa thể liên hệ các chỉ số trên đến cân bằng dinh dưỡng và như vậy giải thích lý do không xuất hiện đạm dễ tiêu và đạm vi sinh trong các bảng 4-6 và 4-7.

Những mục đề cập ở trên liên quan đến những nguồn và dòng dịch chuyển chất dinh dưỡng dễ tiêu. Đầu ra của các chất dinh dưỡng khó tiêu (NIA) bởi xói mòn. Bởi vì xói mòn không liên hệ trực tiếp đến các nguồn chất dinh dưỡng, phân tích hoá học đất không còn là công cụ phù hợp cho biết đất bị suy dinh dưỡng do xói mòn. Tranh luận về các thủ tục đánh giá xói mòn đất vượt quá khuôn khổ của chương này. Chúng tôi tiến cử nghiên cứu của Kilasara và ctv. (1995), là nghiên cứu đã sử dụng lớp đất tầng mặt làm chỉ tiêu đánh giá hiện tượng xói mòn đã xảy ra.

1.8 Cân bằng dinh dưỡng

Các chất dinh dưỡng chuyển dịch từ đất ra dung dịch đất thông qua một chuỗi các phản ứng (hình 4-1) theo hướng có nồng độ chất dinh dưỡng thấp hơn do quá trình hút chất dinh dưỡng của cây trồng. Khi nhu cầu về một nguyên tố dinh dưỡng cụ thể thấp do các nguyên tố hạn chế khác tác động, dung dịch đất không đến mức độ thiếu nguyên tố đó, hiệu quả của các mối tương tác bị giảm xuống và một phần chất dinh dưỡng đó dừng lại ở mức dễ tiêu và khó tiêu và không dịch chuyển về hướng dung dịch nữa. Đó là nguyên nhân tỷ số tương đối cao giữa hàm lượng chất dễ tiêu và hàm lượng tổng số được tìm thấy ở bờ biên Kenya, nơi mà đạm là nguyên tố hạn chế.

Sau khi bón phân, cây trồng không thể thường xuyên hấp thụ được tất cả số lượng chất dễ tiêu từ phân bón trong suốt cả chu kỳ sinh trưởng. Đôi khi điều kiện thời tiết làm cho cây trồng không thể sử dụng được chất dễ tiêu. Tuy nhiên dưới điều kiện thời tiết cực thuận, chỉ có một số chất dinh dưỡng được cây trồng hấp thụ một cách đầy đủ, còn các nguyên tố khác thì không thể như vậy. Trong những trường hợp như vậy thường xảy ra đối với quá trình bón phân không cân đối. Thí dụ trình bày ở bảng 4-8 được tóm tắt từ các số liệu phân tích đất có hàm lượng lân tương đối giàu và nghèo ở Kenya. Khi không bón lân, quá trình hút đạm của cây trồng ở đất nghèo lân (P-Olsen) chỉ bằng một phần tư so với khi bón lân, trong khi ở đất giàu lân việc bón lân không làm tăng quá trình hút đạm ở cây trồng. Trường hợp này có thể xảy ra khi hàm lượng đạm bị khoáng hoá giảm ở đất nghèo lân, nhưng nó cũng có thể xảy ra hàm lượng đạm không được cây trồng hút sẽ bị rửa trôi, phản nitorát hoá, bay hơi, cố định sinh học hoặc tồn tại đơn giản trong dung dịch đất.

Nếu như dinh dưỡng không cân bằng với nhu cầu của cây trồng và một số lượng lớn các chất dinh dưỡng sẽ rời khỏi dung dịch đất bằng rửa trôi và bay hơi, tổng số dinh dưỡng ra khỏi hệ có thể không thay đổi, nhưng nó lại chuyển từ trạng thái “đầu ra có ích” sang “đầu ra không có ý nghĩa”. Thực tế không thể cho phép cùng một lúc cây trồng hút tất cả các chất dinh dưỡng. Nó cũng giống như tổng số dễ tiêu của một nguyên tố hạn chế được cây trồng hút và nó nhỏ hơn số lượng của các nguyên tố khác. Người ta đã tính được dinh dưỡng của ngô sẽ cân đối hoàn hảo khi tỷ lệ N:P:K trong cây là 7.8:1:5.6 (theo đơn vị khối lượng). Khi đó lượng dinh dưỡng được cây ngô hút đạt 96% so với tiềm năng (Janssen và ctv., 1994; Janssen, 1998). Như vậy cân đối dinh dưỡng là nhân tố cực thuận đối với cây trồng cũng như môi trường. Bón dinh dưỡng không cân đối sẽ làm suy kiệt một dinh dưỡng nào đó và làm thất thoát ra môi trường bên ngoài của các nguyên tố khác.

Bảng 4-8. Lượng đạm (kg ha⁻¹) được hút bởi ngô là kết quả của việc bón lân trên các nền chất hữu cơ và P-Olsen khác nhau (Janssen và ctv., 1990)

Mã số đồng ruộng	C _{Hữu cơ} (g.kg ⁻¹)	P-Olsen ^b (mg.kg ⁻¹)	Lượng đạm được cây trồng hút (kg N.ha ⁻¹)		
			Không bón lân (-P)	Bón lân (+P)	Tỷ lệ (-P/+P)
RG ^a	23	1.6	24	94	0.26

MK	11	2.6	30	80	0.38
IB ^b	35	2.4	87	153	0.57
SH	17	3.5	34	52	0.65
CS	5	4.4	27	41	0.66
MS	9	4.6	36	54	0.67
LS	22	4.5	42	42	1.00
MZ	5	5.1	34	30	1.13

^aNhững đất này được bón 80 kg đạm.ha⁻¹

^bCác giá trị lân P-Olsen cho các loại đất không được bón lân.

KHẢ NĂNG KIỂM SOÁT DÒNG DINH DƯỠNG VÀ TÙNG PHẦN CỦA QUỸ DINH DƯỠNG

Chỉ có một số dòng dinh dưỡng được kiểm soát bởi người nông dân. SIF được điều chỉnh bởi các quy luật hoá học và sinh học và tác động của con người chỉ là gián tiếp hoặc không đáng kể. Ví dụ quá trình nâng cao tốc độ khoáng hoá bằng các biện pháp làm đất. Trong các dòng dinh dưỡng IN vào hệ sinh thái thì dòng dinh dưỡng xâm nhập từ khí quyển (IN3) nằm ngoài khả năng kiểm soát của con người; Người nông dân có thể hạn chế các xâm nhập từ khí quyển bằng cách trồng cây lâu năm, nhưng thực chất lại làm hạn chế và kiểm soát xói mòn và nước chảy bề mặt (OUT5). Người nông dân có thể trực tiếp điều khiển lượng phân bón hoá học và hữu cơ (IN1, IN2), đồng thời gián tiếp hoặc từng phần điều khiển cố định đạm sinh học (IN4) bằng trồng các cây họ đậu. Việc kiểm soát các dòng dinh dưỡng do xói mòn vào hệ sinh thái và đưa ra khỏi hệ cần phải có sự phối hợp công sức của nhiều nông dân trong một lưu vực hoặc làng xã cụ thể. Các dòng dinh dưỡng ra khỏi hệ sinh thái (OUT1 đến OUT4) liên quan đến các dinh dưỡng dễ tiêu bởi các quá trình tự xảy ra trong đất (SIF) và các dòng dinh dưỡng vào được kiểm soát và không kiểm soát. Bởi vậy, người nông dân làm ảnh hưởng không nhiều lắm đến các đầu ra OUT1 đến OUT4, nhưng họ có thể tác động từng phần hoặc gián tiếp đến sự phân bố các chất dinh dưỡng ra khỏi hệ bằng cách lựa chọn các cây trồng thích hợp, thời gian trồng, phương pháp và thời điểm bón phân, bón phân cân đối, trồng các loại cây che phủ và các biện pháp khác.

Khí hậu và đặc điểm hình thái địa mạo là các nhân tố khác quyết định đến sự phân bố của các đầu dinh dưỡng ra (OUT). Mức độ ảnh hưởng của chúng rất khác nhau đối với từng dinh dưỡng cụ thể. Địa hình nổi bật cao hẳn lên sẽ làm tăng hiện tượng úng nước ở các chỗ trũng và có nghĩa nó sẽ giảm đi các điều kiện trên. Nó làm tăng phản nitorat hoá và có nghĩa tăng đầu ra nitơ OUT4 (bảng 4-9). Quá trình này không thể nằm hoàn toàn dưới sự kiểm soát của con người như đã được trình bày trong báo cáo của Sigunga (1997), người đã phát hiện quá trình phản nitorat hoá ở độ sâu 40 cm trong điều kiện khô ở đất bằng, chua Vertisols. Một hậu quả nữa của hiện tượng yếm khí là quá trình chuyển hoá oxit sắt từ dạng khó tiêu sang dạng dễ tan, đồng thời lại giải phóng lân, lượng lân này có thể bị mất do rửa trôi (OUT3). Mặt khác rửa trôi các chất dễ tiêu lại chiếm tỷ lệ rất nhỏ trên đất đồi núi (bảng 4-9, địa mạo nhấp nhô) tương ứng với dòng chảy mặt chiếm ưu thế.

Rửa trôi xảy ra mạnh hơn ở vùng khí hậu ẩm ướt so với vùng khô hạn, nhưng vùng khô hạn có thể xảy ra việc rửa trôi đáng kể trong mùa ẩm ướt ngắn. Ở vùng bán khô hạn xói mòn do gió và dòng chảy mặt vào thời điểm bắt đầu mùa mưa đóng vai trò rất quan trọng trong cơ chế thất thoát chất dinh dưỡng (bảng 4-10). Chú ý rằng bảng này chỉ mang tính chất chỉ dẫn và tương ứng với điều kiện địa mạo bình thường. Rất khó khăn trong việc xác định các dòng dinh dưỡng đặc biệt là các dòng dinh dưỡng có hàm lượng rất nhỏ. Các hàm lượng dinh dưỡng trong phân hoá học, phân hữu cơ (IN1, IN2) và lượng dinh dưỡng được lấy đi trong sản phẩm thu hoạch và rơm rạ (OUT1, OUT2) tương đối dễ xác định. Cả 4 dòng dinh dưỡng trên chịu tác động rất mạnh mẽ của con người. Nhược điểm duy nhất của quỹ dinh

dưỡng dành riêng cho 4 dòng này là đã bỏ qua tầm quan trọng tiềm tàng trong mỗi dòng dinh dưỡng (Smaling và ctv., 1997). IN1 và IN2 chiếm đa số trong tổng số các chất dinh dưỡng xâm nhập vào hệ sản xuất có mức đầu tư thâm canh cao (HEIA) chưa kể đến lượng dinh dưỡng thông qua xói mòn vào (IN5) và ra (OUT5) khỏi hệ thống. Trong các tình huống này, cân bằng dinh dưỡng BAL (1+2) có nghĩa là cân bằng (IN1+IN2) - (OUT1+OUT2) tương phản với sự rửa trôi và bay hơi ra môi trường bên ngoài cộng thêm phần chất dinh dưỡng được tích lũy trong đất. Trong nền nông nghiệp bền vững độ phì trong đất luôn ở trạng thái tiêu chuẩn (TSF), năng suất cây trồng đạt được cao nhất (TY) trong điều kiện cho phép của giống cây trồng và hiện nhiên không cần phải tăng cường dòng dinh dưỡng trong đất. Nếu như không cho phép các chất dinh dưỡng thất thoát ra môi trường bên ngoài, giá trị của cân bằng dinh dưỡng BAL (1+2) phải bằng 0 hoặc nó phải nhỏ hơn hàm lượng các chất xâm nhập vào hệ sinh thái thông qua khí quyển hoặc cố định đạm sinh học. Bón phân ở liều lượng cao chỉ được phép khi các phần dinh dưỡng vượt quá được sử dụng hết và như vậy cần phải sử dụng các giống cây trồng mới có năng suất cao với bộ rễ hiệu quả. (Cassman và ctv., 1995).

Ở hệ sản xuất có đầu vào thấp, cân bằng dinh dưỡng thường diễn ra âm và vai trò của cân bằng dinh dưỡng làm chỉ số chất lượng đất còn hạn chế. Bởi vì hàm lượng dinh dưỡng đầu vào thông qua phân bón rất nhỏ nên các dòng dinh dưỡng đầu vào khác IN3, IN4, IN5 lại trở nên có ý nghĩa. Thậm chí ở canh tác đầu tư thấp LEIA, độ phì của đất thường thấp hơn ngưỡng độ phì tiêu chuẩn. Nếu như nó thấp hơn, một phần chất dinh dưỡng cung cấp cho hệ phải được sử dụng để chỉnh lý đất, như vậy sẽ diễn ra cân bằng dương của cân bằng tổng thể đã được giải thích ở trên. Các thông tin về quỹ dinh dưỡng thành phần rất dễ bị thất lạc, nhưng cân bằng dương thành phần có thể đồng hành với cân bằng âm tổng số.

Bảng 4-9. Tầm quan trọng tương đối của các OUT4,3,5 đối với N, P và K theo mẫu đơn giản. (Khí hậu thiên về ẩm)

OUT	Mất bằng	Cận bình thường	Bình thường	Vượt quá
Đạm				
4 Bốc hơi	*** ^b	*	*	0
3 Rửa trôi	*	***	**	0 ^b
5 Xói mòn, chảy tràn mặt	0	0	**	****
Lân				
3 Rửa trôi	** ^b	*	0	0
5 Xói mòn, chảy tràn mặt	0	0	*	**
Kali				
3 Rửa trôi	***	***	**	0 ^b
5 Xói mòn, chảy tràn mặt	0	*	**	***

^aMất giản đơn dựa theo nhóm điều tra đất (1962)

^bXem bài viết

^cMất lân thường xuyên ở trạng thái ít nguy hại hơn so với mất đạm và Kali

Trong các hệ canh tác đầu tư thấp LEIA việc sử dụng lại và tái sinh chất hữu cơ được nhấn mạnh. Hiệu quả của chúng khác nhau trên từng cánh đồng của một trang trại. OUT2 có thể giảm bằng cách vùi hoặc bỏ rơm rạ lại ngay trên đồng ruộng thay vì việc lấy chúng đi. Trong trường hợp đồn tĩa cày các cây cải tạo đất bỏ hoá, OUT2 của (hoặc một phần) cánh đồng nơi tiến hành tĩa cày và IN2 của cánh đồng nơi tiếp nhận cày lá vừa tĩa đó có thể tăng lên cùng trong một thời gian. Khi những nỗ lực nhằm giảm các mất mát do rửa trôi và bay hơi từ việc phân huỷ các chất hữu cơ thì hiệu quả tác động tổng quát có thể làm cho dinh dưỡng của trang trại giảm âm tăng dương. Hiệu quả của việc tái sinh quỹ dinh dưỡng tự nhiên và dinh dưỡng cấp Quốc gia có thể được tính đến đáng kể.

Bảng 4-10. Tầm quan trọng tương đối của các OUT4,3, 5 đối với N, P, và K theo dạng khí hậu. Trường hợp bình thường được đơn giản hoá.

OUT	Khí hậu quá ẩm	Khí hậu ẩm	Khí hậu cận ẩm	Bán khô hạn
Đạm				
4 Bốc hơi	**	*	*	0
3 Rửa trôi	***	**	*	0
5 Xói mòn	*	**	***	****
Lân ^a				
3 Rửa trôi	*	*	*	0
5 Xói mòn	*	**	**	***
Kali				
3 Rửa trôi	***	**	*	0
5 Xói mòn	*	**	***	****

^aMất lân thường xuyên ở trạng thái ít nguy hại hơn so với mất đạm và Kali

II. Đánh giá sự bền vững của một số hệ sinh thái nông nghiệp

Nông nghiệp bền vững bao hàm quản lý một cách hiệu quả các nguồn tài nguyên nông nghiệp để thoả mãn các nhu cầu ngày càng tăng của con người đồng thời gìn giữ chất lượng môi trường và bảo vệ các nguồn tài nguyên thiên nhiên (TAC/CGIAR, 1989).

Xếp hạng các hệ sinh thái nông nghiệp theo độ bền vững hoặc cân bằng dinh dưỡng là điều không thể thực hiện được. Tách riêng điều kiện khí hậu và địa mạo, điều kiện kinh tế của người nông dân và gia đình họ, tất cả các kỹ thuật, kinh nghiệm đều có tác động đến quỹ dinh dưỡng. Vì thế những hệ sinh thái nông nghiệp tương tự nhau có sự chênh lệch tương đối lớn về cân bằng dinh dưỡng. Vì vậy, chương này cố gắng đánh giá một số hệ sinh thái nông nghiệp dựa trên những chỉ số đã được trình bày ở trên: cân bằng dinh dưỡng, thất thoát dinh dưỡng, tỷ số dễ tiêu trên tổng số, cân đối dinh dưỡng và dinh dưỡng được đánh giá là thiếu hoặc thừa. Các mức độ cao, trung bình, thấp (H, M, L) được sử dụng để đánh giá các hệ sinh thái nông nghiệp và môi trường. Trong Bảng 4-11 các hệ sinh thái được xếp theo thứ tự từ trái qua phải theo cường độ tăng dần thâm canh.

Canh tác nương rẫy thường được coi là canh tác bền vững, có thể sử dụng dinh dưỡng không hiệu quả như mọi người mong muốn. Đốt nương đã làm bay hơi đạm và lưu huỳnh, khi mảnh nương mới được phát, cây trồng chưa kịp che phủ đất, một phần lớn chất dinh dưỡng có thể bị mất do xói mòn và rửa trôi. Sự mất mát này không nhiều lắm nếu tính bình quân cho cả chu kỳ canh tác nương rẫy (canh tác-bỏ hoá) và được biểu thị bằng đơn vị trên ha⁻¹/năm, nhưng hình ảnh đó lại thay đổi rõ nét khi tính đến lượng dinh dưỡng sử dụng hiệu quả trên một đơn vị sản phẩm. Thông thường chỉ một phần thảm thực vật cháy hết và một phần dinh dưỡng trong tro được cây trồng hút. Phần dinh dưỡng còn lại nằm trong phần không cháy dần dần trở thành dễ tiêu cho cây trồng và thảm thực vật tái sinh sau nương rẫy nếu phần không cháy được giữ lại ở trên nương. Không những thế một phần chất dinh dưỡng không được cây trồng hút có thể chuyển từ chu kỳ bỏ hoá này sang chu kỳ khác. Điều này làm cho canh tác nương rẫy không đạt hiệu quả cao nếu lấy chỉ số lượng dinh dưỡng được sử dụng trên một đơn vị sản phẩm để so sánh. Van Reuler và Janssen (1993) phát hiện hiệu quả rõ rệt của tro đến năng suất cây trồng không quá 3 vụ liên tiếp (lúa nương-ngô-lúa nương). Giữa nương đốt và không đốt, sự khác biệt giữa hàm lượng đạm của bộ phận cây trồng trên mặt đất của 3 vụ liên tiếp chiếm 7-9% lượng nitơ chứa trong các thảm thực vật bỏ hoá. Tỷ lệ 28-30% đối với lân, 15-20% đối với K, 1-2% với Ca và 7-9% với Mg. Một phần chất dinh dưỡng không hồi phục

được nằm trong phần không cháy (thân hoặc cành to), trong phần hoà tan kém (lân) của tro, hoặc bị mất đi do đốt, rửa trôi. Dinh dưỡng Ca và Mg có khả năng phục hồi chậm bởi vì chúng được bón ít và không cần thiết bón thêm chúng bằng tro. Điều này cho thấy cân bằng dinh dưỡng (bằng 0) trong canh tác nương rẫy rất khó thực hiện.

Bảng 4-11. Đánh giá hệ sinh thái nông nghiệp bằng “các chỉ số bền vững” khác nhau

Chỉ số	Canh tác nương rẫy	Cây lâu năm	Nông lâm kết hợp	Hàng năm		Nhà kính	Công nghiệp sinh học
				LEIA ⁷	HEIA ⁸		
BALAV ^a	-	-	-+	--0	++	++	++
BALNIA ^a	+	+	0	--0	0	0	++
BALNUT ^a	-0	-0	-0	-0	+	++	+++
Đề tiêu/tổng số	LM	M	LM	L	MH	H	H
Thất thoát^b							
Rửa trôi	*	0	*	*	**	**	**
Bay hơi	**	0	0	0	*	*	*
Xói mòn	*	0	*	0	**	0	0*
Cân đối dinh dưỡng^c	Không	Không	Không	Dao động	Có	Có	Không
Thiếu hụt tương đối ^d	P	P	P	P	n.a.	n.a.	N
Dư thừa tương đối ^d	K	?	N	N	n.a.	n.a.	P
Tính bền vững^e							
Hệ thống	M	H	M	L	H	H	MH
Môi trường	M	H	MH	MH	LM	LMH	LM

^aCân bằng dinh dưỡng cho chất đề tiêu, khó tiêu (NIA) và tất cả các chất dinh dưỡng. Chúng có thể có giá trị âm, dương, 0.

^bCác chất dinh dưỡng có thể bị thất thoát ở mức trung bình (*), cao (**) hoặc không bị thất thoát (0).

^cCác hệ sinh thái nông nghiệp có thể được bón cân đối dinh dưỡng hoặc không, hoặc dao động tùy theo từng thời điểm.

^dTrong trường hợp phân bón không cân đối, hiện tượng thiếu hụt hoặc thừa chất dinh dưỡng chỉ là tương đối, một số trường hợp không thể áp dụng (n.a.).

^eĐánh giá tính bền vững cho cả hệ thống và môi trường tổng thể. L, M, H đặc trưng cho mức bền vững thấp, trung bình, cao.

Mới nhìn thoáng qua **hệ thống trồng cây lâu năm** có vẻ là cơ hội tốt nhất để trở thành hệ thống bền vững, bởi vì với hệ thống che phủ cố định thường xuyên sẽ làm giảm xói mòn và rửa trôi. Cây lâu năm thông thường chỉ có một đầu ra trong sản phẩm thu hoạch và hiển nhiên nó không cần phân bón nhiều. Các chất dinh dưỡng được tích trữ trong thân gỗ tránh bị

⁷ Hệ canh tác đầu tư (thâm canh) thấp

⁸ Hệ canh tác đầu tư (thâm canh) cao

mất mát bởi sản phẩm thu hoạch hoặc rửa trôi hay bay hơi. Hơn nữa cây họ đậu cố định thêm một phần đạm từ khí quyển. Tuy nhiên, hình ảnh này trông rất sáng lạng vì nó đã bỏ qua sự kiện rằng cây lâu năm sẽ bị đốn ở cuối chu kỳ sinh trưởng để làm củi hoặc lấy gỗ và như vậy một lượng lớn dinh dưỡng dự trữ sẽ phải rời đồng ruộng. Một số cây lâu năm được thu hoạch theo mùa vụ như khai thác lá theo mùa của cây sidan⁹. Tại Tanzania, độ phì của đất bị giảm nhanh chóng do trồng cây sidan, thậm chí dinh dưỡng không thể hồi phục lại như trước ở giai đoạn bỏ hoá.

Nông lâm kết hợp ở dạng trồng cây họ đậu kết hợp với trồng cây lương thực được truyền bá là rẻ và tiết kiệm phân bón, nhưng nó chỉ thực sự xảy ra khi đạm là nguyên tố hạn chế. Nếu lân và các nguyên tố khác là nhân tố hạn chế thì cây họ đậu lại làm hại cây trồng vì nó phải cạnh tranh những dinh dưỡng “khan hiếm” với cây lương thực (chưa kể đến cạnh tranh về ánh sáng và chất dinh dưỡng). Nếu thiếu lân, cây họ đậu thường xuyên hút đạm từ trong đất thay vì cố định đạm từ khí quyển. Ở những nơi cây họ đậu cố định đạm, tỷ lệ mất cân đối giữa các chất dinh dưỡng tăng lên làm cho nguy cơ phát sinh của quá trình thất thoát đạm ra môi trường bên ngoài.

Canh tác liên tục, đặc biệt đối với các loại có nhu cầu cao như rau, cây có củ, thân, sẽ tạo ra cân bằng dinh dưỡng âm và suy kiệt dinh dưỡng mạnh mẽ khi không có phân bón đầy đủ. Các loại cây trồng dùng làm thương phẩm hoặc có nhu cầu cao sẽ hấp thụ đầu tiên lượng phân bón. Tổng các dinh dưỡng đưa vào những hệ sinh thái này thường lớn hơn tổng các chất dinh dưỡng ra khỏi hệ, hiển nhiên sẽ xảy ra trường hợp tích lũy các chất dinh dưỡng trong đất. Đặc biệt ở những cây trồng được thu hoạch khi lá còn ở giai đoạn xanh như chè, rau xanh, cỏ, ngô cho chăn nuôi bởi vì những cây xanh này có nhu cầu đạm rất lớn cho tới tận thời điểm thu hoạch. Sau khi thu hoạch lại phát sinh nguy cơ tiềm tàng của quá trình mất đạm do rửa trôi và cây trồng cần phải bổ sung để làm nhiệm vụ hạn chế các mất mát đó. Mỗi nguy cơ này có thể giảm khi trồng các loại cây lấy hạt vì sau khi ra hoa cây trồng ngừng hút dinh dưỡng. Bón phân theo hướng tạo dung dịch đất gần như “trống rỗng” sau thu hoạch có thể sẽ trở nên rất thiết thực.

Nông nghiệp công nghiệp hoá không nhất thiết tạo nên vấn đề môi trường. Hầu như 100% lượng dinh dưỡng bón được cây trồng hấp thụ hết trong nhà kính, nơi mà các chất dinh dưỡng trong dung dịch được tái sử dụng lại. Nếu như chu trình các chất dinh dưỡng không khép kín, sự thất thoát các chất dinh dưỡng sẽ rất lớn và làm cho hệ sinh thái nông nghiệp kém bền vững.

Công nghiệp sinh học được biết đến bằng việc tái sử dụng dinh dưỡng trong chất thải. Vấn đề phát sinh ở chỗ một lượng lớn phân chuồng với các chất dinh dưỡng được phân phối ra khỏi trang trại, thậm chí xuất khẩu. Lượng dinh dưỡng tập trung trên một đơn vị diện tích cực lớn và đất không đủ khả năng giữ tất cả các chất dinh dưỡng làm cho một phần chất dinh dưỡng bị rửa trôi hoặc bay hơi. Tương tự như vậy xuất hiện ở hệ chăn thả thâm canh, khi đàn bò qua đêm ở bãi quây. Lượng phân chuồng do chúng thải ra trở thành chất thải không cần thiết đối với người chủ sở hữu và làm tổn hại đến môi trường. Ở Tây châu Âu, “công nghiệp sinh học” ở địa phương dày đặc đã tạo ra hệ sinh thái nông nghiệp không bền vững.

Tóm lại, yêu cầu sử dụng đất bền vững một cách lý tưởng cũng như dinh dưỡng liên quan là độ phì đất cực thuận (TSF), độ che phủ đất cố định, bón phân phải trùng khớp với nhu cầu của cây trồng và dung tích hấp thụ. Khi nhu cầu càng tăng của con người đòi hỏi tăng năng suất cây trồng, giải pháp lựa chọn là sử dụng loại cây trồng mới có khả năng sử dụng dinh dưỡng hiệu quả hơn. Nỗ lực làm tăng năng suất cây trồng thông qua tăng hàm lượng phân bón có khả năng gây ra vấn đề ô nhiễm. Các trường hợp xảy ra khi khí hậu, địa hình, điều kiện kinh tế làm cho sản xuất nông nghiệp không thể thực hiện nếu như không có sự thải ra môi trường. Chẳng hạn như người nông dân không thể bỏ qua mất mát do rửa trôi các đạm bị khoáng hoá

⁹ một loại cây được khai thác lá để bện thùng.

trong mùa đông lạnh ẩm ướt. Các trường hợp khác, tăng trưởng dân số sẽ thúc đẩy người nông dân canh tác trên các sườn dốc và xói mòn không thể tránh khỏi.

Đôi khi xảy ra tình huống mặc dù điều kiện kinh tế, xã hội, môi trường cực thuận lợi, nhưng thực tiễn sản xuất nông nghiệp theo con đường không bền vững do thiếu hiểu biết, lợi nhuận và sự sắc bén của người nông dân và nhà chức trách. Trong những trường hợp như vậy, người nông dân và người chủ sở hữu phải ý thức trách nhiệm được những hành động của bản thân họ. Thông thường họ xung phong cải tiến cách quản lý của họ, nhưng nếu không xảy ra như vậy thì cần phải tính đến các biện pháp khác nhau.

III. Duy trì hợp lý hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp (IPNS)

Hiện nay, duy trì môi trường đất ổn định và đảm bảo cân bằng dinh dưỡng, các nhà khoa học đã khuyến cáo áp dụng hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp (IPNS). Nền tảng của khái niệm về hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp là duy trì hoặc điều chỉnh độ phì của đất và dinh dưỡng cây trồng ở mức độ hợp lý nhất cho năng suất của cây trồng thông qua hợp lý hoá các lợi ích từ tất cả các nguồn hiện có của dinh dưỡng cây trồng trong một thể thống nhất. Tính phù hợp của việc bón kết hợp phân hoá học, phân hữu cơ, tàn dư cây trồng, phân chuồng, hoặc cây trồng cố định đạm rất khác nhau tùy theo hệ thống sử dụng đất và hệ sinh thái, các điều kiện kinh tế và xã hội.

Người nông dân trên toàn thế giới đã biến các hệ sinh thái tự nhiên thành các hệ sinh thái nông nghiệp để nhằm mục đích tạo ra các sản phẩm cần thiết. Quá trình chuyển đổi này diễn ra thông qua sự điều chỉnh hệ thống sử dụng đất, và các hệ thống nông nghiệp và canh tác. Nó ám chỉ sự thay đổi mối quan hệ giữa rừng hoặc cây, hệ thống chăn nuôi, đồng cỏ chăn thả và các khu vực canh tác. Quá trình chuyển đổi này không thể xảy ra một cách thuận nhất bởi vì khả năng tiếp cận của người nông dân rất khác nhau theo từng vùng đến tài nguyên thiên nhiên, vốn và công cụ và lực lượng lao động sẵn có trong các trang trại. Tất cả sự thay đổi này đều có tác dụng sâu sắc đến quản lý dinh dưỡng cây trồng. Vì vậy, sự khuyến cáo về quá trình quản lý dinh dưỡng cây trồng không thể theo một mô hình cố định của hệ thống canh tác và sử dụng đất, nhưng nhất thiết phải có sự giám sát sự thay đổi quản lý dinh dưỡng cây trồng nằm trong chiến lược chung tăng cường bền vững sức sản xuất của đất và được tổ chức lại thành các tiêu chí để người dân lựa chọn theo mục đích và điều kiện của họ.

Thêm vào đó, việc cung cấp dinh dưỡng cây trồng cho hệ đất-thực vật là kết quả từ các nguồn có trong tự nhiên (mưa, cố định đạm, phong hoá đất, từ dưới tầng đất sâu lên tầng mặt), từ các nguồn tái sử dụng rác thải và bởi các sản phẩm được tạo ra từ hệ thống trang trại (phụ thuộc và tái sinh) và từ khai thác mỏ của các nguồn không có khả năng tái sinh (đất, phân khoáng). Trong quá trình chuyển đổi từ hệ thống tự nhiên sang hệ thống nông nghiệp, nguồn dinh dưỡng cây trồng trong hệ thống đất-thực vật đã được điều chỉnh. Mức dinh dưỡng đó là nhân tố quan trọng của sự bền vững trong sử dụng đất. Quản lý đất giữa các hệ thống canh tác sẽ bền vững nếu như điều kiện đất không trở nên bị giảm sức sản xuất ở một mức độ cho phép đối với quá trình thâm canh (vật lý đất, khả năng dự trữ của cây trồng, khả năng cung cấp dinh dưỡng cây trồng). Tuy nhiên quá trình khai thác các nguồn chất dinh dưỡng dự trữ trong đất đã làm giảm hàm lượng chất hữu cơ, trực tiếp thông qua quá trình khoáng hoá các hợp chất hữu cơ giải phóng ra các chất dinh dưỡng cần thiết, và gián tiếp nếu như quá trình khai thác làm giảm khả năng tạo sinh khối và sự cung cấp các chất hữu cơ nhằm bù đắp các nguồn hữu cơ trong đất bị khoáng hoá.

Hệ thống canh tác hơn hẳn cây trồng đơn điệu và hệ thống nông nghiệp hơn hẳn một cánh đồng đơn lẻ là những trọng tâm tiếp cận để phát triển IPNS trong thực tiễn ở các vùng sinh thái nông nghiệp chính trong một quốc gia và các loại hình trang trại khác nhau. IPNS xác định các mối liên kết tốt nhất của tất cả các dạng dinh dưỡng cây trồng trên các cánh đồng

khác nhau nhằm đạt cân bằng dinh dưỡng cây trồng và năng suất cao, đồng thời duy trì độ màu mỡ của đất và kiểm soát sự mất mát chất dinh dưỡng. Hướng tiếp cận hệ thống nông nghiệp giúp người dân chọn lựa những kỹ thuật IPNS thích ứng nhất trong mọi tình huống và trong cả quá trình tăng hiệu suất lao động và tăng cường sản xuất nông nghiệp. Cần phải nhìn vào sự thật rằng các vật chất sẵn có ở địa phương từ cây trồng và thực vật bản địa như là các sản phẩm nông nghiệp được sử dụng hoặc ở những nơi các nguồn vật chất đó thiếu hụt thì cần phải đặt đúng vị trí của các chất hữu cơ. Ở những vùng đất và trang trại nơi mà không có sẵn đất canh tác (Rừng, đồng cỏ, những cánh đồng bỏ hoang), sự phát triển sản xuất sinh khối được đặt ra nhằm phân phối một cách tốt hơn các nguồn dinh dưỡng cây trồng cho các khu vực canh tác trong một hệ thống bền vững. Tăng cường sinh khối ở giai đoạn bỏ hoang và ngay cả bờ ruộng vành đai của các cánh đồng cũng được đề cập tới ở những nơi đất đai bị khan hiếm hoặc những cánh đồng bị hạn chế ở nhiều vùng và trang trại. Các nguồn chất hữu cơ được coi là có tiềm năng như: cây họ đậu mọc nhanh là một phần của hệ thống canh tác và nó nhập vào trong đất ở một giai đoạn thích hợp như là nguồn phân xanh; lá và cành của những cây họ đậu được trồng theo đường đồng mức sau khi bị cắt xén thành băng được sử dụng để che phủ đồng ruộng và làm phân xanh bón cho các băng canh tác xen kẽ giữa chúng (Alley cropping); nguồn thức ăn họ đậu được kết hợp với sự phát triển vi khuẩn nốt sần trong giai đoạn canh tác; và cả việc sử dụng bèo hoa dâu ở trên những cánh đồng ngập nước.

Những hiện tượng sau phải được hiểu trong bối cảnh của việc tái sử dụng chất hữu cơ và hệ thống dinh dưỡng tổng hợp cây trồng: (i) Sử dụng hợp lý tàn dư của cây trồng sẽ mang lại một phần chất dinh dưỡng đáng kể cho cùng một cánh đồng; (ii) Sử dụng hợp lý các cây trồng và cây bụi họ đậu và sự hợp nhất sinh khối của chúng sẽ hấp thụ đạm từ khí quyển cung cấp cho hệ thống và đôi khi các chất dinh dưỡng rửa trôi ở dưới vùng rễ và các chất khoáng ở tầng dưới được rễ cây họ đậu hút lên tầng trên cho cây trồng hàng năm; (iii) Khi một lượng sinh khối được mang ra khỏi cánh đồng hoặc một trang trại hoặc chăn thả đại gia súc ở các vùng đất không canh tác là sự vận chuyển chất dinh dưỡng từ vùng này qua vùng khác. Vì thế loại trừ đạm có thể được cố định bằng sinh học trong hệ thống cây trồng-đất, IPNS làm hạn chế các mất mát dinh dưỡng trong hệ thống và nâng cao tính hiệu quả của dinh dưỡng, nhưng nó không phải là quá trình cung cấp dinh dưỡng cây trồng cho toàn bộ hệ thống. Tuy nhiên, những hệ thống này có khả năng chuyển đổi sinh khối với giá trị kinh tế thấp (rơm cỏ khô từ vùng hoang mạc) thành sinh khối có giá trị cao hơn (ngô hạt và rạ).

Tương phản với các hướng tiếp cận như đầu vào dinh dưỡng thấp (LEI) và nông nghiệp hữu cơ, IPNS bao hàm cả hướng tiếp cận đầu vào dinh dưỡng vừa phải có tính đến độ màu mỡ thực tế của đất và phương thức quản lý dinh dưỡng cây trồng cho mục tiêu năng suất cây trồng không chỉ dựa trên hệ canh tác và hệ thống nông nghiệp mà cả các vùng địa lý khác biệt hoặc làng xã như là một hệ thống năng động.

Quá trình phân tích các chu trình dinh dưỡng cây trồng, vận chuyển chất dinh dưỡng và hiệu lực dinh dưỡng cây trồng rất có ích khi đối chứng với hệ sinh thái tự nhiên nguyên bản, khi mà điều đó có thể thực hiện và kết hợp phân tích trong cả quá trình tiến hoá lâu dài của hệ sinh thái nông nghiệp. Sự phân tích quá trình quản lý dinh dưỡng cây trồng có liên quan đến từng vùng và các khái niệm và phương pháp phụ thuộc vào kích thước của nơi đó. Quá trình phân tích này phải được thực hiện trên đồng ruộng, trang trại, làng xã hoặc các nhóm người trong một lãnh thổ, mức độ trung bình ở lưu vực. Liên quan đến quản lý dinh dưỡng cây trồng, sự thách thức của thâm canh hoá cây trồng bao gồm cả sự tăng cường nguồn vốn dinh dưỡng cây trồng, quá trình nâng cao hiệu quả nguồn vốn đó và quá trình làm giảm những mất mát dinh dưỡng từ hệ thống canh tác. Sự thách thức này phải được giải quyết ít nhất ở mức độ trang trại và trong nhiều trường hợp áp dụng toàn bộ cho cả làng xã. Chương trình IPNS của FAO phát triển sự liên kết và thúc đẩy sự lan rộng của khái niệm hệ dinh dưỡng tổng hợp sao cho sử dụng một cách tốt nhất tất cả các nguồn dinh dưỡng cây trồng

nhằm tăng tính hiệu quả của dinh dưỡng và làm giảm sự mất mát dinh dưỡng cây trồng. Nếu như độ phì của đất và hàm lượng dinh dưỡng cây trồng trong hệ thống cây trồng-đất thấp dưới mức độ cho phép bởi canh tác không hợp lý thì sự chỉ đạo chính của IPNS tối thiểu là ngừng ngay lại tất cả các quá trình tiến hoá đang diễn ra trong điều kiện không thuận lợi và nếu có thể làm tăng cường hàm lượng chất dinh dưỡng cây trồng của hệ thống cây trồng-đất. Để làm được điều đó cần phải hiểu rõ hơn các yếu tố hạn chế và các yêu cầu của thực tiễn sản xuất nhằm tái thiết những hệ thống có năng suất cao hơn so với việc tái sử dụng các chất hữu cơ một cách đơn thuần. Vai trò của phân bón hoá học cần phải được xác định rõ trong khuôn khổ yêu cầu của thực tiễn sản xuất nhằm nâng cao tính hiệu quả của chúng và trong chu trình dinh dưỡng cây trồng hoàn thiện liên kết trong hệ thống cây trồng-đất.

Kết luận

Những trực giác cho rằng sử dụng đất bền vững khi cân bằng dinh dưỡng luôn ở trạng thái bằng 0 thật quá đơn giản. Nếu như cân bằng dinh dưỡng của một cánh đồng cụ thể bằng 0, có nghĩa là độ phì của cánh đồng đó không thay đổi và hệ thống ở góc độ xem xét là cánh đồng dường như là bền vững. Nếu quan sát ở góc độ sâu hơn, hệ thống sẽ không bền vững nếu như lượng sản phẩm quá thấp không đủ nuôi dân số, hoặc một phần lớn đầu ra của sản phẩm lại nằm trong dòng dinh dưỡng bị rửa trôi, xói mòn hoặc bay hơi. Trong mối liên quan trên, dường như dễ chấp nhận hơn với nền nông nghiệp đầu tư cao để cân bằng dinh dưỡng đạt giá trị 0 chỉ riêng các dòng dinh dưỡng IN1, IN2 và OUT1, OUT2. Những người nông dân và các nhà chính trị gia sẽ cho như vậy là không công bằng vì làm như vậy sẽ phải chấp nhận một lượng dinh dưỡng mất đi không thể tránh khỏi. Mặt khác một số dòng dinh dưỡng (Từ khí quyển, cố định đạm bởi vi sinh vật tự do) cũng xâm nhập vào hệ sinh thái một cách cũng không thể tránh khỏi. Nếu so sánh với các dòng dinh dưỡng lớn ở châu Âu IN1, IN2, OUT1, OUT2 thì các dòng dinh dưỡng tất yếu trên quá nhỏ. Chắc chắn khi mà cân bằng các quỹ dinh dưỡng thành phần đạt giá trị trung tính, khoảng cách giữa các dòng dinh dưỡng tất yếu IN và OUT không thể lớn. Hiển nhiên, yêu cầu của “bốn phân cân đối” ($IN1 + IN2 = OUT1 + OUT2$), hoặc nói theo một cách khác cân bằng dinh dưỡng thành phần bằng 0 thông thường hơi khắt khe. Nếu sự thất thoát các chất dễ tiêu ở mức độ cho phép, hàm lượng của chúng phải nhỏ hơn hàm lượng các chất đó trong các dòng dinh dưỡng vào hệ sinh thái thông qua khí quyển và cố định đạm sinh học.

Khả năng phục hồi của cây trồng từ lượng dinh dưỡng bón thường xuyên thấp. Đôi khi điều này có thể quy cho việc bón phân không đúng tỷ lệ, đôi khi do chế độ nước và tác động của quá trình phản nitrat hoá và rửa trôi, do xói mòn và nước chảy tràn bề mặt, đôi khi do độ phì đất quá thấp. Trong đất có độ phì thấp, một phần chất dinh dưỡng bón được giữ chặt trong đất thay vì trở thành dinh dưỡng cây trồng. Một số nguyên nhân làm giảm hiệu quả của phân bón là sử dụng các giống cây trồng có năng suất tiềm năng thấp, khoảng cách quá xa giữa các cây, hoặc phương pháp bón phân không hợp lý. Cân bằng dinh dưỡng là tiền đề cho việc sử dụng dinh dưỡng một cách hiệu quả và người nông dân phải mua đúng chủng loại phân bón. Phân bón phối hợp một cách nghèo nàn sẽ làm cho dinh dưỡng trở nên không có giá trị như thường xảy ra ở vùng nhiệt đới.

Chuẩn đoán số liệu phân tích hoá học đất cần phải đi theo hướng này. Ví dụ trường hợp đã thực hành ở Hà Lan, lượng phân cần bón phải dựa vào độ phì tiêu chuẩn trong đất (TSF) bằng cách tăng lượng phân bón nếu đất bị suy dinh dưỡng, giảm lượng phân bón nếu độ phì thực tại của đất lớn hơn độ phì tiêu chuẩn. Khi đã đạt độ phì tiêu chuẩn, tính thực tiễn của việc bón phân cân đối và cân bằng dinh dưỡng từng phần bằng 0 mới có ý nghĩa.

TÀI LIỆU ĐỌC THÊM

- Nguyễn Văn Dung, Trần Đức Viên, Phạm Tiến Dũng, Nguyễn Thanh Lâm, 2003. *Ảnh hưởng của xói mòn và suy thoái đất đến canh tác nương rẫy tại bản Tát, xã Tân Minh, tỉnh Hoà Bình*. Tạp chí khoa học Nông nghiệp No.1. ĐHNHI. 133-137.
- Nguyen Thanh Lam, Patanothai, A., Limpinuntana, V., Vityakon, P., 2005. Land-use sustainability of composite swiddening in the uplands of Northern Vietnam: Nutrient balances of swiddening fields during the cropping period and changes of soil nutrient over the swidden cycle. *International Journal of Agricultural Sustainability*, Volume 3, No. 1. 57-68.
- Tran Duc Vien, Nguyen Van Dung, Pham Tien Dung and Nguyen Thanh Lam, 2004. *A Nutrient Balance Analysis of the Sustainability of a Composite Swiddening Agroecosystem in Vietnam's Northern Mountain Region*. In *Southeast Asian Studies*. Vol. 41, No.4, March 2004. 491-502.

TÓM TẮT

Dựa trên những thí dụ căn bản về cân bằng dinh dưỡng âm, dương, trung tính, sự giải thích làm sáng tỏ quỹ dinh dưỡng không đơn giản như người ta vẫn thường nghĩ. Một số các khái niệm cơ bản về quỹ dinh dưỡng đã được phát triển. Sự khác biệt giữa các chất “dễ tiêu” và “khó tiêu”-NIA và cách làm sáng tỏ vai trò của chúng đã được đưa ra thảo luận. Các mối quan hệ giữa các chất dinh dưỡng với độ bền vững khác nhau và các quỹ chất dinh dưỡng dễ tiêu và khó tiêu được phân tích một cách lý thuyết. Điều này cho phép mô tả một cách định lượng của các yêu cầu đặt ra cho một trạng thái cố định bền một cách khái quát và cho trạng thái thăng bằng cũng như trạng thái bền vững như là các trường hợp đặc biệt của trạng thái cố định bền. Sự thay đổi năng suất cây trồng và các nguồn chất dinh dưỡng trong đất cũng được tính đến trong cả trường hợp không cố định. Những kết quả được sử dụng bằng cách liên hệ chất hoá học của đất với sự bền vững và hướng nó đến các khái niệm về độ phì tiêu chuẩn của đất (TSF), năng suất chỉ tiêu (TY), đầu vào tiêu chuẩn (TI).

Điều này cũng cho thấy các chất dinh dưỡng được cung cấp theo hướng mất cân đối sẽ ảnh hưởng gián tiếp, nhưng chắc chắn làm tổn hại đến tính bền vững của hệ sinh thái nông nghiệp. Số phận của các chất dinh dưỡng được định đoạt bởi các quá trình vật lý, hoá học và sinh học và các quá trình này lại chịu tác động của khí hậu, địa hình làm nên các dòng dinh dưỡng, vì thế quỹ dinh dưỡng trong đất chịu sự kiểm soát một phần bởi người nông dân. Những chuẩn mực được đánh giá bằng “một phần quỹ dinh dưỡng” cấu tạo bởi đầu vào và ra các dòng dinh dưỡng để xác định. Với sự trợ giúp của các chỉ số mới thiết lập, tính bền vững của một số hệ sinh thái nông nghiệp đã được xác định.

Câu hỏi ôn tập

1. Môi trường đất ở trạng thái nào khi đất có độ phì tiêu chuẩn?
2. Anh (chị) hiểu như thế nào về năng suất chỉ tiêu?
3. Anh (chị) hiểu như thế nào về đầu vào tiêu chuẩn?
4. Anh (chị) hiểu như thế nào về Quỹ dinh dưỡng trong đất? Nó có vai trò như thế nào trong việc đánh giá môi trường dinh dưỡng cây trồng của đất?
5. Thế nào là cân bằng dinh dưỡng? Tại sao phải tính toán cân bằng các chất dễ tiêu và các chất khó tiêu?
6. Ứng dụng phân tích cân bằng dinh dưỡng để đánh giá tính bền vững của hệ thống nông nghiệp như thế nào? Ví dụ?
7. Anh (chị) hiểu như thế nào về hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp?
8. Môi trường đất sẽ như thế nào khi bón phân không cân đối?

CHƯƠNG V. MÔ HÌNH HÓA TRONG NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG MÔI TRƯỜNG

Nội dung

Vào những năm năm mươi, các nhà kỹ thuật đã bỏ rất nhiều công sức vào việc nghiên cứu những hệ thống động thái phức tạp. Những thành công của họ đã thu hút được rất nhiều nhà sinh học trong việc áp dụng những kỹ thuật tương tự trong chuyên môn của mình. Xu hướng đó được đặc trưng bởi các từ: Hệ thống, Mô hình và Mô hình hóa (De wit, 2006). Chương này giới thiệu cho người học các khái niệm cơ bản về mô hình hoá và ứng dụng mô hình hoá trong nghiên cứu hệ thống môi trường nông nghiệp.

Các nội dung sau đây sẽ được đề cập trong chương này:

- ❖ Lịch sử hình thành lý thuyết nền tảng về mô hình
- ❖ Các khái niệm cơ bản về mô hình
- ❖ Mục đích của mô hình hóa và học mô hình hóa
- ❖ Tính ưu việt của mô hình hóa
- ❖ Bất cập của mô hình hóa
- ❖ Các loại mô hình
- ❖ Xây dựng mô hình
- ❖ Một số mô hình cụ thể.

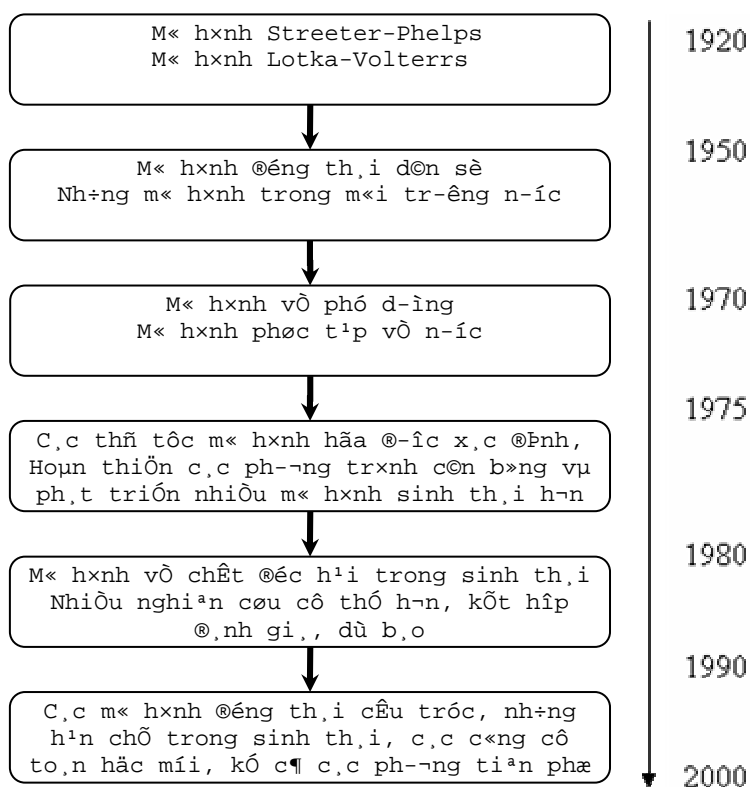
Mục tiêu

Sau khi học xong chương này, sinh viên cần nắm được:

- ❖ Lịch sử hình thành và các khái niệm cơ bản về mô hình
- ❖ Mục đích của mô hình hoá
- ❖ Tính ưu việt và bất cập của mô hình hoá
- ❖ Phương pháp xây dựng mô hình
- ❖ Các loại mô hình cụ thể

I. Lịch sử hình thành lý thuyết nền tảng về mô hình

Mô hình được phát triển từ lâu theo nhu cầu nghiên cứu và tìm kiếm các giải pháp kỹ thuật tối ưu cho sản xuất. Mô hình được phát triển từ đơn giản cho đến phức tạp, từ mô hình đơn cho đến những mô hình tích hợp như ngày nay. Theo Jørgensen và Bendoricchio (2001) thì mô hình đầu tiên là mô hình cân bằng ôxy trong nước (mô hình Streeter - Phelps) và mô hình chuỗi thức ăn (mô hình Lotka - Volterra) được phát triển vào những năm 1920 (Hình 5-1). Vào những năm 1950, 1960 phát triển mạnh các mô hình về động thái dân số, các mô hình về nước phức tạp hơn, những mô hình này được gọi là mô hình thế hệ thứ hai. Các mô hình sinh thái và môi trường được phát triển và sử dụng rộng rãi trong những năm 1970.



Hình 5-1. Lịch sử và tiến trình phát triển của các loại mô hình sinh thái và môi trường
(Jørgensen and Bendoricchio, 2001)

Trong số đó mô hình phú dưỡng nguồn nước được phát triển phức tạp hơn, đây là các mô hình thuộc thế hệ thứ ba. Đến giữa những năm 1970 các nhà sinh thái học đã đưa nhiều nghiên cứu định lượng vào giải quyết các vấn đề sinh thái môi trường, bởi vì vấn đề quản lý môi trường cần được đánh giá lại. Những kết quả nghiên cứu định lượng từ đó đến nay vô cùng quan trọng cho chất lượng của các mô hình sinh thái. Quan trọng hơn là sự phát triển cao hơn trong công nghệ máy tính ngày càng phát triển. Những mô hình phát triển trong giai đoạn từ giữa 1970 đến giữa 1980 có thể được coi là thế hệ thứ tư với đặc trưng của sinh thái đi sâu vào hiện thực và đơn giản hóa. Rất nhiều mô hình đã được đánh giá và chấp nhận rộng rãi cho nghiên cứu cũng như phát triển sản xuất.

II. Các khái niệm cơ bản về mô hình

2. 1. Hệ thống

Hệ thống là một tập hợp các phần tử có mối quan hệ với nhau. Trong mối quan hệ ấy xuất hiện nhiều thuộc tính về không gian, thời gian và phương thức hoạt động. Trong một hệ thống luôn có sự thống nhất, sự mâu thuẫn và sự vận động phát triển mà chúng ta có thể mô tả, đoán đọc được. Hệ thống được đặc trưng bởi các thành phần, đơn vị riêng rẽ mà chúng liên hệ với nhau thành một thực thể, tổng thể, để phục vụ cho một mục đích nhất định.

2. 2. Động thái

Bởi vì hệ thống luôn luôn biến đổi theo phương thức riêng của chúng. Vì thế hệ thống là thay đổi theo thời gian hay còn gọi là “phương thức động”. Chúng ta có thể quan trắc chúng bằng cách đo đếm hoặc thám thính các đặc tính của một hệ thống nhất định, ví dụ chúng ta có thể quan trắc bằng cách nhìn trực tiếp vào hệ thống (một chiếc ô tô di chuyển, một người đang hoạt động) hoặc bằng các loại dụng cụ đo đếm hiện đại.

Vậy hệ thống động là những hệ thống có xu hướng thay đổi theo thời gian trong đó thời gian là yếu tố chủ chốt trong hệ thống. Trong trường hợp hệ thống đạt trạng thái cân bằng, tại đó hệ thống dường như không thay đổi, đó là trường hợp đặc biệt và có thể đạt trạng thái hạn chế động thái.

2. 3. Mô hình

Trong khi nghiên cứu về hệ thống chúng ta sẽ nghiên cứu về động thái của chúng theo nghĩa của các phương trình toán học. Những hệ thống đặc trưng đó được gọi là một mô hình toán. Tuy nhiên đôi khi chúng cũng được gọi là mô hình tự nhiên của hệ thống thực. Khi nói về một mô hình, ta nghĩ đến một mô tả về toán học thông thường của một hệ thống để phục vụ cho việc tính toán và phỏng đoán.

Một mô hình có thể được hình thành với rất nhiều hình thái, kích cỡ và kiểu khác nhau. Điều quan trọng là mô hình không phải là hệ thống thực nhưng nó là sự kiến tạo của con người để giúp chúng ta hiểu được hệ thống thực tốt hơn. Tất cả các mô hình nói chung đều có những thông tin về đầu vào, thông tin xử lý và các kết quả đầu ra.

2. 4. Mô hình hóa

Mô hình hóa hiện nay được tất cả các ngành khoa học áp dụng rộng rãi và mỗi ngành có một cách hiểu và định nghĩa khác nhau theo tính ứng dụng thực tiễn của nó. Một số khái niệm được liệt kê như sau:

- Mô hình hóa là quá trình tạo ra một sự miêu tả về thực tế như một biểu đồ, bức tranh, hoặc biểu diễn toán học;
- Mô hình hóa là việc sử dụng phân tích thống kê, phân tích máy tính hoặc những sắp đặt mô hình để dự báo những kết quả của nghiên cứu;
- Mô hình hóa còn được gọi là học quan trắc hoặc bắt chước, là một cách xử lý dựa trên thủ tục liên quan đến việc sử dụng các mô hình sống động, để biểu diễn một thói quen, suy nghĩ hoặc thái độ mà người sử dụng có thể muốn thay đổi;

- Mô hình hóa là phương pháp dự đoán các vấn đề kỹ thuật: sử dụng cách minh họa máy tính và các kỹ thuật khác để tạo ra một lời giải thích đơn giản hóa về một cái gì đó, để dự đoán và phân tích các vấn đề kỹ thuật tiềm năng;
- Mô hình hóa không gian: là trình phân tích được áp dụng cho hệ thống thông tin địa lý (GIS). Có ba đặc trưng của các hàm chức năng, mô hình hóa không gian có thể được áp dụng cho các đối tượng không gian, đó là 1) Các mô hình về hình học như tính toán khoảng cách giữa các đối tượng không gian, tạo các vùng đệm, tính toán diện tích và chu vi, 2) Các mô hình về trùng khớp như chồng ghép các lớp thông tin theo không gian, 3) Các mô hình tiệm cận (tìm đường, phân vùng và chia nhỏ vùng). Tất cả ba đặc trưng cho ta các thao tác về số liệu không gian như các điểm, đường, vùng và lưới ô vuông.

Tóm lại: Mô hình hoá và phân tích mô phỏng là quá trình thí nghiệm và thiết lập một mô hình toán học của một hệ thống thực, có thể bao gồm các hợp phần có quan hệ tương tác, chúng có đầu vào và đầu ra cho một mục đích nào đó.

III. Mục đích của mô hình hóa và học mô hình hóa

3.1. Mục đích của mô hình hóa

Mục đích của mô hình hóa là để phân tích và mô phỏng các loại hệ thống khác nhau (Pedgen et al., 1995) với mục đích là:

- Hiểu rõ được bản chất hoạt động của hệ thống:

Một số hệ thống là quá phức tạp và rất khó có thể hiểu được các hoạt động và những tương tác trong bản thân chúng nếu như không có một mô hình động. Mặt khác, đôi khi chúng ta không thể dùng một hệ thống nào đó để mà nghiên cứu hoặc không thể kiểm tra từng bộ phận riêng lẻ trong cả một khối.

- Phát triển các phương thức hoạt động hoặc nguồn để cải thiện đặc tính của đối tượng và hệ thống (sự hoạt động, bản chất hoặc hiệu suất) của hệ thống.

Chúng ta cũng có thể có một hệ thống đang tồn tại và hoạt động, chúng ta hiểu về chúng nhưng muốn cải thiện hệ thống đó phát triển tốt hơn. Chỉ có 2 cách cơ bản là thay đổi cơ chế hoạt động hoặc là thay đổi nguồn của hệ thống. Thay đổi cơ chế hoạt động có thể bao gồm những ưu tiên về nguyên tắc khác nhau trong thứ tự công việc.

- Thử nghiệm các khái niệm mới hoặc những hệ thống trước khi áp dụng.

Nếu một hệ thống chưa tồn tại hoặc chúng ta có ý định mua một hệ thống mới thì một mô hình có thể giúp chúng ta có một khái niệm hệ thống mới sẽ làm việc tốt như thế nào. Giá cả chạy hệ thống mới có thể sẽ thấp hơn rất nhiều so với đầu tư vào việc lắp đặt bất cứ một quá trình sản xuất nào. Hiệu quả của việc đầu tư ở các mức độ khác nhau sẽ được đánh giá. Hơn nữa việc sử dụng mô hình trước khi áp dụng có thể giúp ta sửa chữa được cấu trúc của những thiết bị được lựa chọn. Mô hình hóa có thể giúp để nhận biết được những vấn đề nảy sinh trong quá trình sản xuất hoặc hệ thống thực.

- Khai thác được những thông tin mà không cần phải làm gián đoạn đến hệ thống thực:

Mô hình hoá là lựa chọn duy nhất cho những thí nghiệm trong những hệ thống không thể bị làm gián đoạn. Một số hệ thống rất nhạy cảm mà không thể có một can thiệp nào vào các hoạt động cũng như quy trình hoạt động của chúng (ví dụ mô hình vũ trụ, mặt trăng, chống hải tặc v. v...).

Theo Leffelaar and Van Straten (2006) thì mô hình hóa để phục vụ các mục đích sau:

- Đáp ứng sự ham hiểu biết, tính hiếu kỳ và muốn khám phá của con người và để hiểu biết căn cứ về hệ thống thực xung quanh.
- Giúp ta được thỏa mãn các giả thuyết và đồng suy nghĩ một cách có tổ chức.
- Mô hình hóa là công cụ cực kỳ hữu ích trong truyền đạt và trao đổi thông tin.
- Dùng để thiết kế các loại hệ thống, đặc biệt dùng phục vụ cho các nhà lập chính sách, đưa ra các kết quả dự đoán tương lai với các kịch bản khác nhau.
- Để vận hành hệ thống, mô hình đóng góp tích cực trong việc quản lý và điều khiển các hệ thống trong cuộc sống (ví dụ mô hình quan trắc và điều khiển hệ nhà kính, mô hình theo dõi nồng độ cacbon, độ ẩm đất, hàm lượng dinh dưỡng và các chất độc có thể gây hại cho rễ cây, hàm lượng nitrat trong đất, cây. Hoặc mô hình điều chỉnh nồng độ ánh sáng, nhiệt độ để đạt được tốc độ tổng hợp cacbon tối đa).
- Mô hình là một công cụ tích cực và hiện đại cho việc học tập giảng dạy. Sinh viên có thể hiểu một hệ thống hoàn chỉnh mà không cần phải ra ngoài thực địa (ví dụ mô hình xói mòn đất, mô hình phát triển cây trồng, mô hình ô nhiễm...)

3. 2. Ý nghĩa của nghiên cứu mô hình hóa

Nghiên cứu mô hình hóa với mục đích là những khái niệm hệ thống thực, hệ thống, mô hình và mô hình hóa. Từ đó có thể học được cách tiếp cận một cách hệ thống, các bước trong thủ tục mô hình hóa. Hiểu rõ được sự khác nhau giữa mô hình tĩnh và động, tính nguyên tắc bảo toàn cơ bản nằm trong mô hình động. Nắm bắt và hiểu rõ được các thuật ngữ cơ bản trong mô hình hóa (trạng thái, đầu vào, đầu ra, tốc độ thay đổi và các thông số). Từ đó có khả năng phân biệt, phân loại những biến này trong một mô hình thực và viết các phương trình biến đổi về trạng thái cũng như tốc độ phát triển trong mô hình. Qua tiếp cận được một số mô hình phổ biến, có thể hiểu và phân biệt được các loại mô hình cho các hệ thống khác nhau và đánh giá mức độ ứng dụng của chúng. Hiểu cơ chế hoạt động và phương pháp tính toán của chúng. Nếu có thể, xây dựng mô hình tương tự hoặc ở dạng đơn giản hóa.

IV. Tính ưu việt của mô hình hóa

4. 1. Có thể thí nghiệm trong một khoảng thời gian rất ngắn

Có thể tiến hành thí nghiệm hoặc mô phỏng trong 1 khoảng thời gian rất ngắn mà lẽ ra là rất dài trong thí nghiệm ngoài đồng. Bởi vì mô hình được mô phỏng trên máy tính, các thí nghiệm trong mô hình được tiến hành trong một khoảng thời gian ngắn. Đó là một ưu điểm lớn bởi vì một số quá trình thực có thể diễn ra và hoàn chỉnh trong nhiều tháng hoặc năm. Những hệ thống dài ngày này ngoài thực tế có thể gặp nhiều khó khăn trong việc phân tích, xử lý và đôi khi gặp nhiều khó khăn trong quá trình triển khai. Với một mô hình máy tính, các quá trình hoạt động và tương tác của hệ thống dài hạn có thể được mô phỏng trong vòng một giây. Điều này cũng có nghĩa là có thể tiến hành cả nhiều lần lặp lại của thí nghiệm một cách dễ dàng để tăng độ tin cậy về mặt thống kê. Như vậy những hệ thống được coi là rất khó có điều kiện nghiên cứu trước kia bây giờ có thể được nghiên cứu dễ dàng.

4. 2. Giảm yêu cầu phân tích

Trước khi có mô hình máy tính, những người thực nghiệm cũng đã phải sử dụng các phương pháp khác, chúng yêu cầu nhiều phép giải tích hơn. Mặc dù sau đó chỉ một hệ thống đơn giản được áp dụng cho đa số các nhà thực hành nhưng những hệ thống phức tạp hơn vẫn được các nhà toán học và phân tích hệ thống sử dụng chặt chẽ. Hơn nữa các hệ thống có thể được phân tích chỉ với một xu hướng tĩnh tại một thời điểm nào đó. Ngược lại, kỳ vọng của các phương pháp mô hình hóa cho phép các nhà thực hành nghiên cứu các hệ thống một cách tự động và mô hình chạy với khoảng thời gian thực. Hơn nữa việc phát triển các phần mềm mô hình hóa giúp cho người thực hành tránh gặp những tính toán cơ bản phức tạp và những yêu cầu về lập trình cần phải làm. Việc giảm được những yêu cầu giải tích sẽ được nhiều người từ những chuyên môn khác nhau có thể sử dụng. Và như vậy nó sẽ giúp ích cho việc phân tích nhiều loại hệ thống khác nhau so với các mô hình giải tích trước đó.

4. 3. Mô hình để trình bày và biểu diễn

Hầu hết các phần mềm mô hình hóa đều có ưu điểm là có khả năng biểu diễn động thái của các hoạt động trong mô hình. Những hình ảnh có tác dụng gỡ rối cho mô hình và cũng là biểu diễn cho người sử dụng hiểu mô hình hoạt động như thế nào. Việc dùng hình ảnh trong trình bày cũng có thể giúp thiết lập lên mô hình mới. Hình ảnh càng có tác dụng trong việc mô tả các hoạt động và mối tương quan của các quá trình liên tục trong hệ thống và sự thích ứng của nó trong các hệ thống khác nhau. Dùng mô hình người sử dụng có thể trình bày dễ hiểu hơn do giảm được những mô tả dài dòng và các thuật toán khó hiểu.

V. Bất cập của mô hình hóa

Cho dù mô hình hóa có nhiều ưu điểm nhưng chúng cũng có một số nhược điểm mà người thực hành cần phải cẩn thận. Những nhược điểm này không thực sự ảnh hưởng trực tiếp đến việc phân tích và mô hình hóa hệ thống nhưng liên quan đến những dự án làm mô hình hóa, đó là:

5. 1. Mô hình hóa không thể đem lại kết quả chính xác khi số liệu đầu vào là thiếu chính xác

Không quan tâm đến bất kể mô hình được xây dựng tốt như thế nào nhưng nếu chúng ta không cung cấp cho mô hình một số liệu đầu vào tốt thì không hy vọng đạt được kết quả chạy mô hình tốt được. Thực tế việc thu thập số liệu là một công việc khó khăn nhất trong mô hình hóa, cần đầu tư nhiều thời gian cho việc xây dựng kế hoạch, phương pháp thu thập và xử lý số liệu đầu vào. Thực tế đa số các nhà thực hành lại thích xây dựng một mô hình hơn là đi thu thập số liệu thực tế. Có nhiều người chỉ dựa vào số liệu đã có để xây dựng lên số liệu đầu vào vì tiết kiệm thời gian. Chính vì thế có nhiều trường hợp đã thất bại trong chạy mô hình vì nó không phản ánh bản chất tự nhiên của hệ thống cần nghiên cứu. Cũng như các chuyên gia mô hình hóa nói “rác vào thì rác ra”.

5. 2. Mô hình hóa không thể đưa ra cho chúng ta những câu trả lời dễ đối với các vấn đề khó

Một số người cho rằng chỉ sử dụng một mô hình phân tích sẽ cho ta một số câu trả lời dễ hiểu về những vấn đề phức tạp. Trong thực tế thường chúng ta sẽ đạt được những câu trả lời phức tạp cho những vấn đề phức tạp. Nếu hệ thống bao gồm nhiều hợp phần và nhiều sự tương tác thì thường được quyết định dựa vào vai trò của từng hợp phần, sau đó kết hợp ảnh hưởng của các hợp phần lại, nếu bỏ đi vai trò của một phần nào đó thì câu trả lời sẽ kém một phần hiệu quả.

5. 3. Mô hình hóa không tự nó giải quyết được các vấn đề.

Một số nhà quản lý nghĩ rằng chỉ dùng mô hình hóa là có thể giải quyết được các vấn đề. Chỉ dựa vào mô hình hóa không thể giải quyết được các vấn đề trong hệ thống. Nó chỉ đưa ra cho ta cách quản lý với những giải pháp tiềm năng để giải quyết vấn đề. Nó đưa ra những đề nghị hữu dụng cho việc thay đổi, dựa vào đó người làm mô hình có thể áp dụng và phát triển hệ thống theo hướng của mô hình gợi ý. Người sử dụng mô hình hoặc người lập kế hoạch phải biết chọn một trong những giải pháp thích hợp trong hàng loạt những giải pháp tiềm năng nói trên để có được thành công nhất.

VI. Các loại mô hình

Mô hình có thể được phân thành nhiều loại khác nhau tùy thuộc vào cách nhìn và lĩnh vực của người thiết kế, người sử dụng và người đánh giá mô hình. Trong thực tế, một mô hình phát triển tốt cho một hệ thống thực cần bao gồm những khía cạnh của mỗi loại mô hình riêng rẽ và được định nghĩa theo bốn loại chính như sau:

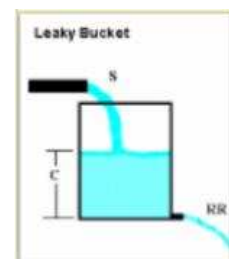
6. 1. Mô hình lý thuyết (ý tưởng)

Mô hình lý thuyết là mô hình định tính giúp cho việc nhấn mạnh những kết nối quan trọng trong hệ thống và quá trình thực. Chúng được dùng như là bước đầu tiên trong việc phát triển của những ý tưởng thành những mô hình phức tạp hơn.

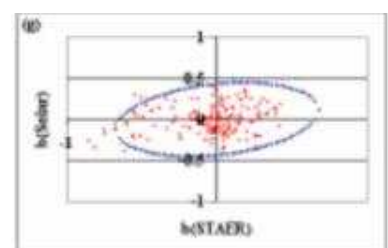
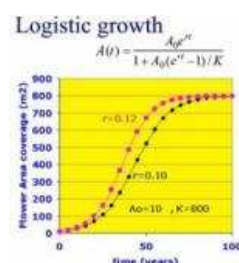


6. 2. Mô hình chứng minh tương tác

Là những mô hình vật lý của hệ thống thực, chúng có thể quan trắc và thao tác dễ dàng và có những đặc tính tương tự với những nét chủ yếu của một hệ thống thực bên ngoài. Những mô hình này có thể giúp chúng ta nối cầu nối qua những khoảng trống giữa các mô hình lý thuyết và các mô hình của những hệ thống thực phức tạp hơn.



6. 3. Mô hình toán học và thống kê



Mô hình toán và thống kê liên quan đến việc giải quyết các phương trình thích hợp của một hệ thống hoặc mô tả đặc điểm, cơ chế hoạt động của một hệ thống dựa trên các thông số thống kê của chúng như trung bình, phương thức phân bố, độ biến động hoặc các hệ số tương quan. Các mô hình toán bao gồm có các mô hình giải tích và mô hình số. Các mô hình thống kê được sử dụng trong việc giúp ta nhận biết được kiểu, mối quan hệ cơ bản giữa các bộ số liệu.

6. 4. Mô hình minh họa trực quan

Mô hình minh họa trực quan có nghĩa là tất cả mọi thứ đều giúp chúng ta nhìn thấy được hệ thống thực hoạt động như thế nào. Một mô hình trực quan có thể được kết nối trực tiếp giữa số liệu và một số đầu ra bằng đồ họa hoặc hình ảnh hoặc có thể được kết nối với một số loại mô hình khác để chuyển đầu ra của nó thành một loại định dạng trực quan hữu ích khác. Ví dụ những thiết bị đồ họa 1, 2, 3 chiều, các bản đồ chồng lớp, phim hoạt hình, các thao tác trình diễn và phân tích ảnh.



Dựa vào Mục đích sử dụng, chức năng và cơ chế hoạt động của từng mô hình, Jørgensen và Bendoricchio, (2001) đã phân loại mô hình như sau (Bảng 5-1):

Bảng 5-1. Phân loại mô hình (theo cặp)

Loại mô hình	Đặc tính
Mô hình nghiên cứu	Sử dụng như một dụng cụ cho nghiên cứu
Mô hình quản lý	Sử dụng như một dụng cụ quản lý
Mô hình xác định	Những giá trị dự đoán được tính toán chính xác
Mô hình thống kê	Những giá trị dự đoán phụ thuộc vào xác suất phân bố
Mô hình hợp phần	Những biến mô tả lên hệ thống được định lượng bởi các phương trình vi phân phụ thuộc thời gian
Mô hình ma trận	Sử dụng ma trận trong hệ thống tính toán (vd. mô hình dân số)
Mô hình đơn giản hoá	Sử dụng chi tiết thích hợp nhất
Mô hình tổng hợp	Sử dụng thủ tục tổng hợp
Mô hình tĩnh	Các biến mô tả hệ thống không phụ thuộc thời gian
Mô hình động	Các biến mô tả hệ thống là hàm của thời gian
Mô hình phân bố	Các thông số được coi như là hàm của thời gian và không gian
Mô hình tập trung	Các thông số nằm trong một phạm vi thời gian và không gian nhất định được cho là hằng số
Mô hình tuyến tính	Các phương trình bậc nhất được sử dụng liên tiếp
Mô hình phi tuyến	Một hoặc nhiều phương trình không phải là tuyến tính
Mô hình nhân quả	Đầu vào, biến trạng thái và đầu ra được tương tác bởi quan hệ nhân quả
Mô hình hộp đen	Chỉ có sự tác động của đầu vào đến phản ứng của đầu ra mà không yêu cầu quan hệ nhân quả

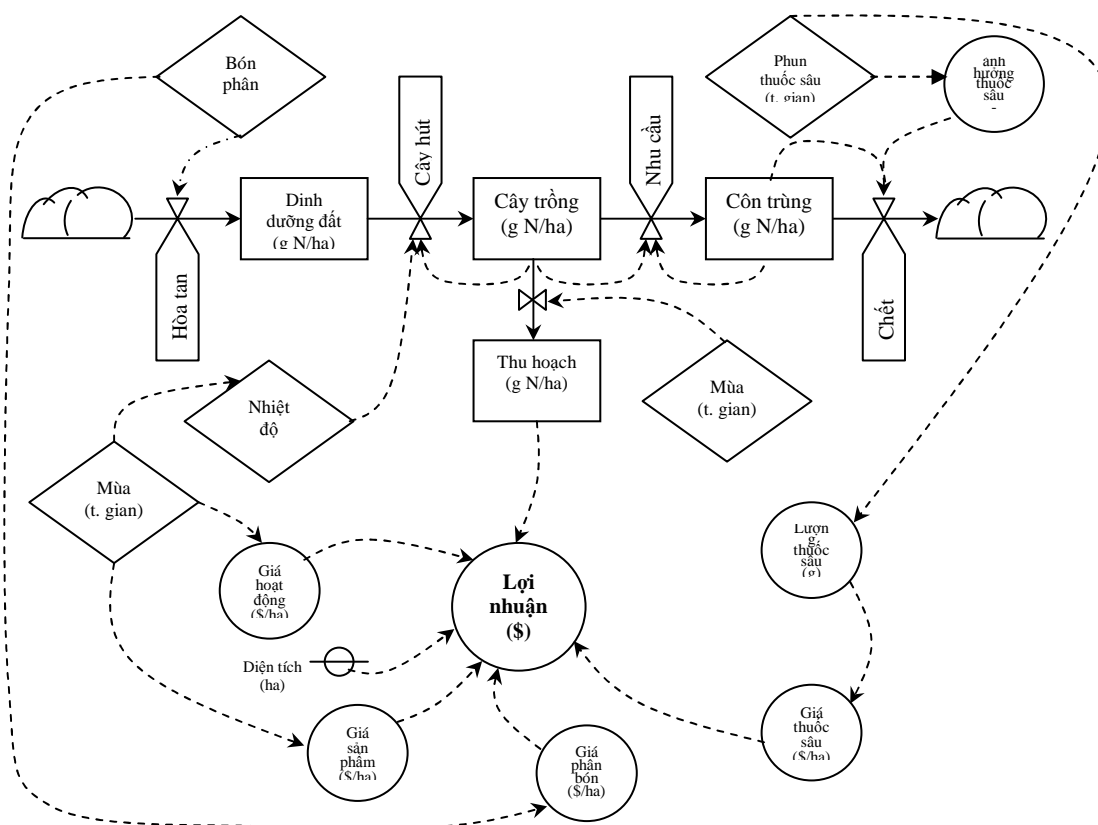
Mô hình độc lập	Đạo hàm không hoàn toàn phụ thuộc vào biến độc lập (thời gian)
Mô hình phụ thuộc	Đạo hàm hoàn toàn phụ thuộc và biến độc lập (thời gian)

Theo Leffelaar và Van Straten (2006) thì mô hình được phân loại theo các cặp như sau:

- Mô hình động và mô hình tĩnh
- Mô hình tuyến tính và mô hình phi tuyến tính
- Mô hình liên tục, mô hình rời rạc và mô hình lai
- Mô hình xác định và mô hình thống kê
- Mô hình phân bố và mô hình tập trung
- Mô hình cơ giới và mô hình đầu vào đầu ra

VII. Xây dựng mô hình

7. 1. Cấu trúc của mô hình



Hình 5-2. Ví dụ về cấu trúc biểu đồ Forrester cho một mô hình hệ thống nông nghiệp trong đó có nhiều biến trạng thái của một hệ thống nông nghiệp (Haefner, 2005)

Biểu đồ Forrester (Forrester, 1961) được Forrester phát minh trở nên rất nổi tiếng trong chuyên ngành mô hình hóa bởi những tính năng đặc biệt của nó. Biểu đồ được vẽ để đại diện cho mọi hệ thống động với những dòng định lượng có thể đo đếm được giữa các

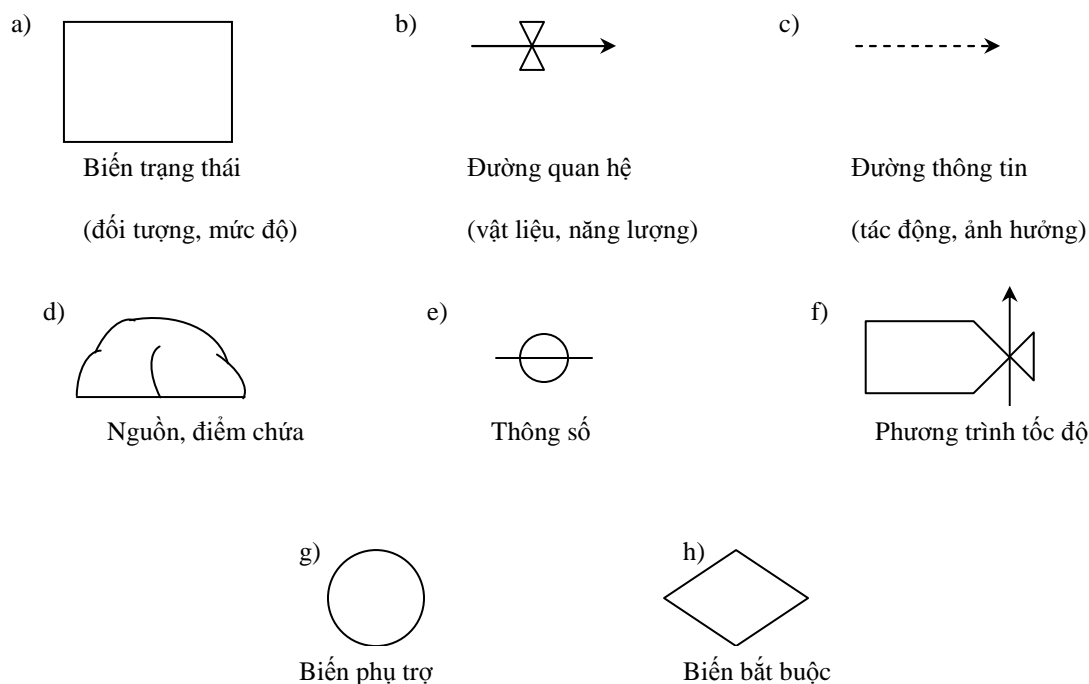
hợp phần của hệ thống. Hệ thống thực có thể được mô tả và mô hình hóa như trong hình 5-2, trong đó ý nghĩa của từng biến, trạng thái, quá trình và các yếu tố ảnh hưởng, điều khiển được giải thích như trong hình 5-3.

Ý nghĩa của chúng được giải thích như sau:

Đối tượng (biến trạng thái): Đối tượng của hệ thống là những biến trạng thái của hệ thống. Chúng là những thành phần hệ thống căn bản mà chúng ta muốn dự đoán những giá trị của chúng theo thời gian. Chúng có số lượng thay đổi (động) và được biểu diễn bằng hình chữ nhật (Hình 5-3a).

Đường quan hệ: Đây là đường biểu thị quan hệ của các đối tượng trong hệ thống, hay có thể nói đường quan hệ. Đường này được biểu diễn bằng đường liền mũi tên (Hình 5-3b) và chỉ ra đường đi đến điểm mà có số lượng cần biến đổi (ví dụ gram carbon). Trong hầu hết các mô hình tốc độ của đường quan hệ là sự biến đổi số lượng mà bị ảnh hưởng bởi các thành phần của hệ thống và tốc độ này được ký hiệu bằng một van điều chỉnh trên đường quan hệ.

Đường thông tin hoặc đường ảnh hưởng: Đường biểu thị thứ 2 của quan hệ giữa các đối tượng là những ảnh hưởng về số lượng của một đối tượng lên tốc độ của đầu vào hoặc đầu ra của đối tượng khác (ví dụ ảnh hưởng đến tốc độ phát triển). Đây là những quan hệ điều khiển. Những biến trạng thái ảnh hưởng đến các van điều khiển của đường quan hệ của các biến trạng thái khác.



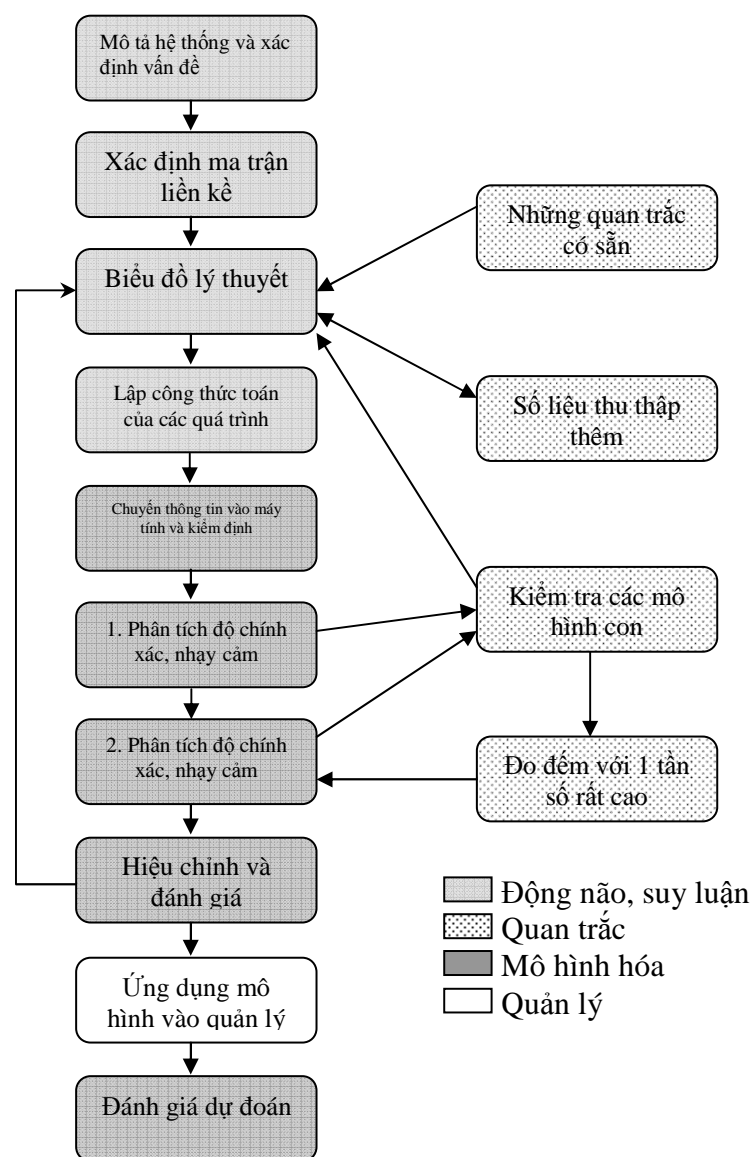
Hình 5-3. Các thành phần cơ bản của biểu đồ Forrester

Nguồn và điểm chứa: Là những đối tượng được miêu tả nằm ngoài hệ thống, nhưng lại là đầu vào cho những biến trạng thái hoặc đầu ra từ các biến trạng thái. Được biểu diễn như hình đám mây (Hình 5-3d). Chúng không phải là những biến trạng thái nếu không được mô phỏng rõ ràng và không được đại diện cho những phương trình động thái. (Chính vì vậy mà chúng được gọi là phần không rõ ràng - nebulous, vague). Nguồn và điểm chứa

không bị liên quan đến một quá trình chuyển tải thông tin. Do đó nó không làm thay đổi tốc độ và cũng không làm thay đổi điều kiện.

Thông số (tham số, tham biến): Những hằng số trong các phương trình được ghi lại trong các biểu đồ bằng những đường tròn nhỏ (hình 5-3e). Chúng được sử dụng cố định như cái đuôi của sự chuyển tải thông tin. Các giá trị của nó ảnh hưởng đến tốc độ của đường thông tin và các phương trình khác trong mô hình. Vì là hằng số nên giá trị của chúng không thay đổi bởi sự chuyển tải thông tin.

Phương trình tốc độ: Là tốc độ toàn phần hay tuyệt đối được mô tả bằng những phương trình tốc độ toán học của đầu vào biến đổi thành một biến trạng thái hoặc đầu ra biến đổi từ một biến trạng thái. Tốc độ được biểu diễn bằng hình vòm (Hình 5-3f). Các phương trình thường mô tả sự chuyển hóa thông tin từ các biến thông số.



Hình 5-4. Biểu đồ tổng quát trình tự xây dựng mô hình theo Jørgensen và Bendoricchio (2001)

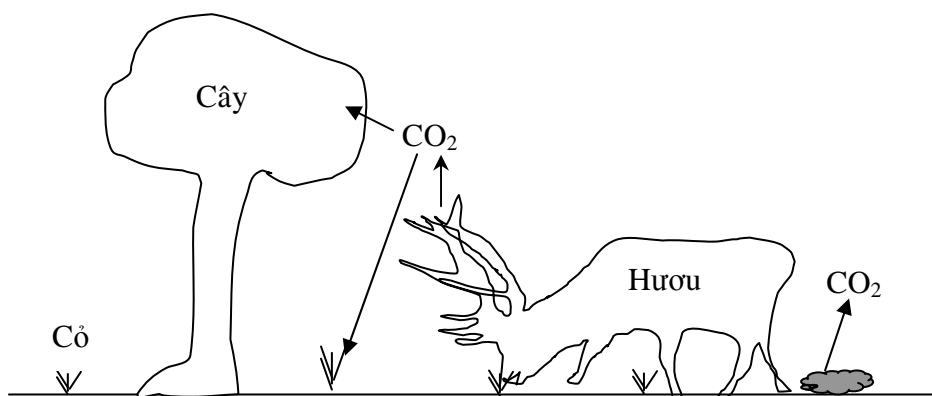
Biến và phương trình phụ trợ: Các biến phụ trợ (đường tròn lớn, hình 3g) mà những biến được tính toán từ một phương trình phụ trợ. Phương trình phụ trợ có thể là một hàm của các biến phụ trợ, biến trạng thái, biến chính, và các thông số khác. Biến phụ trợ thay đổi theo thời gian bởi vì chúng phụ thuộc vào các biến khác a) biến trạng thái, b) biến bất buộc, cũng phụ thuộc thời gian hoặc c) một biến phụ trợ khác mà biến này phụ thuộc vào một biến trạng thái hoặc biến bất buộc. Biến phụ trợ không bao giờ là hằng số hoặc là biến trạng thái, không liên quan đến phương trình tốc độ.

7. 2. Xây dựng mô hình

Mô hình được xây dựng trong nhiều ngành khoa học với những hệ thống có độ phức tạp khác nhau, để phục vụ cho công tác nghiên cứu và sản xuất của ngành khoa học đó. Mô hình được xây dựng bởi những nhà phát triển mô hình ở những góc độ chuyên môn khác nhau, với những tầm nhận thức và cách đi khác nhau. Do đó luôn có sự sai khác phần nào về thủ tục xây dựng, cấu trúc của mô hình và phương thức hoạt động cũng như độ chính xác đòi hỏi đối với mỗi mô hình. Tuy nhiên đó chỉ là những khác biệt nhỏ theo đặc trưng của hệ thống, quá trình và chuyên ngành. Hầu hết mô hình đều được xây dựng tuân theo các bước cơ bản như trình bày trong hình 6-4, các bước được mô tả như sau:

7. 2. 1. Mô tả hệ thống và xác định vấn đề

Đây là bước đầu tiên và cũng là bước rất quan trọng trong việc xác định đúng phạm vi hoạt động của hệ thống về cả thời gian, không gian và các hệ thống con bên trong nó với những giới hạn nhất định. Trong bước này chúng ta cần phải mô tả được toàn bộ bức tranh thực của hệ thống. Giải đoán được toàn bộ phương thức hoạt động và các phản ứng của hệ thống, các quá trình động và kết quả của chúng và đặc biệt là mô tả được toàn bộ các mối quan hệ nhân quả.



Hình 5-5. Một hệ sinh thái đơn giản biểu diễn chu trình cacbon giữa các hợp phần sinh thái

Một ví dụ đơn giản của việc mô tả hệ thống thực và các vấn đề trong hệ thống là một hệ sinh thái đơn giản về chu trình tuần hoàn cacbon (hình 5-5). Hệ sinh thái này mô tả đầy đủ chất cacbon tồn tại trong các trạng thái; không khí, trong cỏ, trong cơ thể hươu và trong chất thải; dòng tuần hoàn cacbon giữa quần thể cỏ, quần thể hươu, không khí cũng như chất thải. Tuy nhiên ở một mức độ nào đó, tùy vào sự quan trọng của nghiên cứu và vấn đề cần giải quyết, Hệ thống có thể được mô tả và biểu diễn bằng mô hình với dòng luân chuyển của cacbon chỉ trong cỏ và hươu thôi.

7. 2. 2. Xác định ma trận liên kết

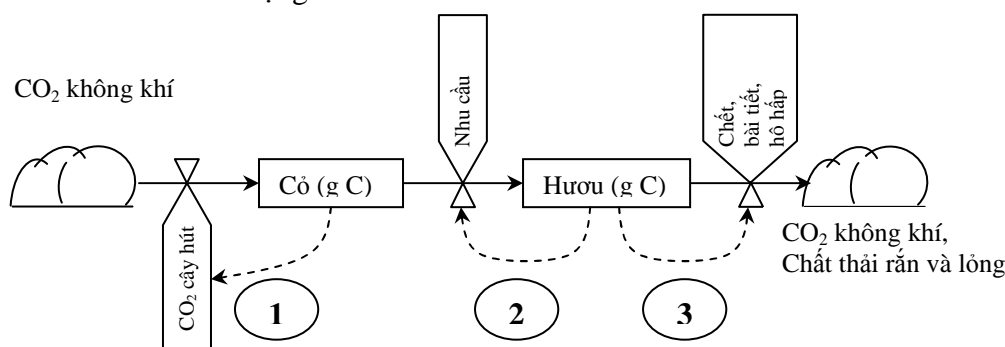
Thực chất của quá trình này là xác định quá trình thích hợp nhất bằng cách liệt kê tất cả các biến trạng thái theo một ma trận 2 chiều mà tất cả các biến được sắp xếp đối diện nhau giữa chiều ngang và chiều dọc. Số 1 biểu thị mối liên hệ trực tiếp giữa 2 biến có thể xảy ra và số 0 biểu thị 2 biến không có mối liên hệ nào cả. Ma trận dưới đây là ví dụ của ma trận liên kết của mô hình vòng tuần hoàn Nitơ trong hệ sinh thái dưới nước (Bảng 5-2).

Bảng 5-2. Ma trận liên kết của mô hình vòng tuần hoàn Nitơ trong hệ sinh thái thủy vực

	NO ₃	NH ₄	N t.vật	N đ. Vật	N cá	N chất vụn	N Cặn
NO ₃	-	1	0	0	0	0	0
NH ₄	0	-	0	1	0	1	1
N t.vật	1	1	-	0	0	0	0
N đ. Vật	0	0	1	-	0	0	0
N cá	0	0	0	1	-	0	0
N chất vụn	0	0	1	1	1	-	0
N Cặn	0	0	1	0	0	1	-

7. 2. 3. Thiết lập biểu đồ lý thuyết

Đây là bước quan trọng để cho người xây dựng mô hình nhìn nhận và xác định được cơ chế hoạt động của mô hình, đồng thời cũng giúp người sử dụng mô hình hiểu được cơ chế hoạt động của mô hình. Biểu đồ lý thuyết của mô hình thường được thiết lập dạng biểu đồ Forrester (Forrester, 1961). Trong đó có các thành phần và các mối quan hệ của chúng trong hệ thống mà nhìn vào ta có thể hiểu được hệ thống gồm những gì, mối liên hệ của các hợp phần ra sao, tốc độ phát triển và các yếu tố ảnh hưởng đến các quá trình phát triển của các biến trạng thái như thế nào.



Hình 5-6. Biểu đồ Forrester cho mô hình hệ sinh thái hươu-cỏ (theo hệ thống ở hình 5-5). Các đường liên kết biểu thị đường biến đổi C. Đường chấm biểu thị mối quan hệ giữa các cấp và tốc độ đầu vào và đầu ra (ý nghĩa của từng biểu tượng có thể xem hình 5-3).

Dựa vào biểu đồ lý thuyết của mô hình, chúng ta nên cân nhắc và xác định những số liệu nào cần thiết cho xây dựng mô hình. Ví dụ để mô phỏng được quá trình hút dinh dưỡng của cây trồng thì cần phải có các số liệu về phát triển sinh trưởng của cây, hàm lượng dinh dưỡng trong đất, lượng phân bón và thời gian bón. Chi tiết hơn nữa chúng ta có thể mô phỏng các quá trình con như quá trình bốc hơi đạm, nitrat hóa, đề nitrat hóa. Tất nhiên những quá trình này còn phụ thuộc vào các yếu tố như mưa, nhiệt độ, pH v.v...

7. 2. 4. Thiết lập công thức toán

Có rất nhiều nghiên cứu cơ bản về các quá trình chuyển hóa trong hệ thống đã được định lượng hóa theo các biến môi trường mà chúng ta có thể tiếp nhận để thiết lập các cơ chế cho mô hình. Ví dụ sự cân bằng nước trong đất được tính bằng phương trình sau:

$$FR = R + IR - ET - D - Q \quad (1)$$

Trong đó FR là lượng nước trong đất, R nước mưa, IR nước tưới, ET nước bốc thoát hơi, D nước tiêu và thấm sâu và Q là nước chảy tràn bề mặt.

Hoặc quá trình thấm nước giữa các tầng đất được mô tả theo định luật Darcy

$$D = -k \cdot dh/dz \quad (2)$$

Trong đó D là tốc độ thấm nước (mm/ngày), k chỉ số dẫn nước của đất (mm/ngày), dh/dz là chênh lệch thủy tĩnh giữa 2 tầng đất.

Hoặc quá trình chuyển hóa nitrat được Chowdary và cộng sự (2004) mô tả như sau:

$$UNO_3 = UNH_4(1 - \exp(-K_n t)) \quad (3)$$

Trong đó UNO_3 là lượng NO_3 được sinh ra trong quá trình nitrat hóa, NH_4 a môn trong đất K_n hệ số nitrat hóa và t là thời gian sau khi bón phân

7. 2. 5. Chuyển tải vào máy tính và kiểm tra độ chính xác

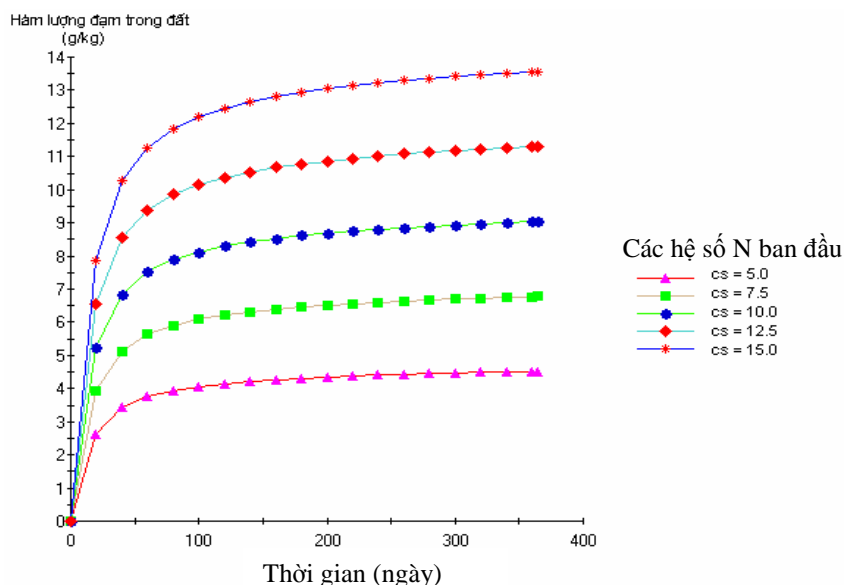
Từ mô hình lý thuyết, biểu đồ biểu thị hệ thống và các số liệu đo đếm, tham khảo kết hợp sự kết nối của kiến thức chuyên gia. Toàn bộ mô phỏng về cơ chế hoạt động của hệ thống được chuyển vào máy tính theo dạng các hàm toán học và các quá trình liên quan theo những trình tự thời gian và không gian nhất định. Tuy nhiên mô hình phải được thẩm định nhiều lần bằng cả các phép tính toán trên máy tính cũng như bằng tay để đảm bảo độ chính xác, đúng công thức, phương trình toán học. Một việc rất quan trọng nữa là kiểm tra lại toàn bộ hệ thống đơn vị đo lường. Đây là lỗi thường gặp và đem lại những sai số lớn nhất trong quá trình xây dựng mô hình của hầu hết những người xây dựng mô hình. Thứ tự của các quá trình, phản ứng của các chất cũng phải được sắp xếp theo logic vì ảnh hưởng đến đầu vào, đầu ra của quá trình và cũng là đến kết quả chung của cả mô hình.

7. 2. 6. Phân tích độ nhạy cho từng mô hình con

Mô hình xây dựng trên cơ sở của những số liệu đầu vào, những hệ số đã được xác định và những yếu tố môi trường. Mỗi yếu tố đều có những phạm vi và mức độ ảnh hưởng khác nhau đến đầu ra của từng mô hình con và của mô hình nói chung. Việc phân tích độ nhạy được xác định các phạm vi thay đổi lên và xuống của các hệ số đầu vào đến kiểu thay đổi, phạm vi thay đổi của đầu ra. Việc xác định này trước hết được tiến hành trên từng mô hình con để đánh giá độ chính xác của các quá trình riêng rẽ.

Hình 5-7 là một ví dụ của việc phân tích độ nhạy của một mô hình mô phỏng về sự biến đổi hàm lượng đạm trong đất theo thời gian. Khi thay đổi các giá trị hàm lượng đạm ban đầu thì ta nhận được các kết quả khác nhau của đầu ra (hàm lượng đạm trong đất). Kiểu

thay đổi của đầu ra (tăng hay giảm, nhiều hay ít) hoàn toàn phụ thuộc vào các phương trình mô phỏng trong nó.



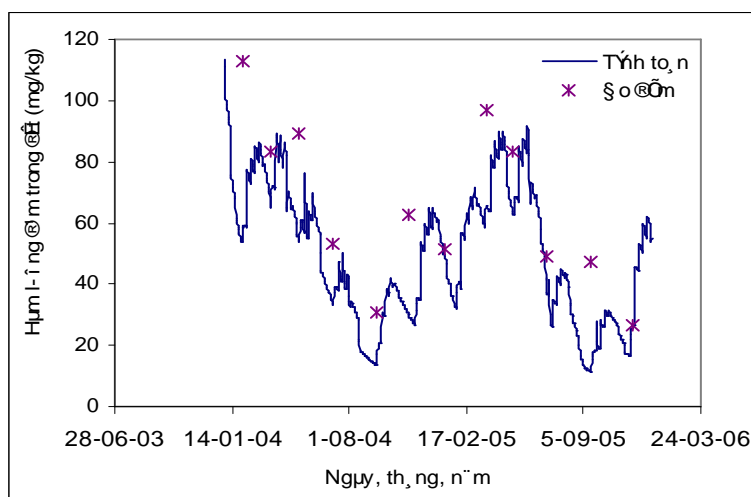
Hình 5-7. Ví dụ về phân tích độ nhạy sự ảnh hưởng của các hàm lượng đạm ban đầu đến sự thay đổi hàm lượng đạm trong đất theo thời gian.

7. 2. 7. Phân tích độ nhạy cho mô hình lớn

Sau khi đã hoàn toàn tin tưởng vào sự hoạt động chính xác của các mô hình con thì ta có thể kiểm tra độ nhạy của mô hình lớn, đó là sự kết hợp giữa nhiều mô hình con với nhiều hệ số đầu vào khác nhau. Quá trình phân tích phải được tiến hành với nhiều phép đo đếm và chạy mô hình với tần số cao. Sự ảnh hưởng của các hệ số đầu vào đến đầu ra của mô hình cần được ghi chép cẩn thận để làm cơ sở cho việc giải thích và hiệu chỉnh mô hình sau này.

7. 2. 8. Hiệu chỉnh mô hình

Cho dù mô hình được xây dựng chính xác, cẩn thận và chi tiết đến đâu thì công đoạn hiệu chỉnh mô hình cũng là cần thiết không thể tránh khỏi. Hiệu chỉnh là việc đưa mô hình vào hoạt động theo quy luật phát triển hệ thống mà mình đang quan tâm để làm cơ sở cho việc mô phỏng các quá trình tiếp theo phục vụ tính toán của nghiên cứu và sản xuất. Một ví dụ đơn giản khi một kỹ thuật viên muốn đo pH, EC của 1 dãy 100 mẫu nước. Việc đầu tiên là phải hiệu chỉnh máy đo về đúng với các mẫu tiêu chuẩn (pH=4, pH=7, EC nước cất) và ghi lại nhiệt độ tại thời điểm đo. Kết quả đo chỉ chính xác khi đã hiệu chỉnh chính xác số đọc trên máy đo với các mẫu chuẩn để đưa máy về trình trạng hoạt động bình thường, đúng quy luật và thuộc phạm vi cho phép.



Hình 5-8. Kết quả hiệu chỉnh của mô hình mô phỏng hàm lượng đạm trong đất trồng bắp cải (kết quả tính toán rất khớp với hàm lượng đạm đo trong đất).

Hình 5-8 là một ví dụ điển hình của kết quả hiệu chỉnh mô hình mô phỏng diễn biến hàm lượng đạm trong đất trồng bắp cải, sai khác giữa kết quả tính toán và giá trị đo trong phòng thí nghiệm là rất nhỏ, thể hiện sự mô phỏng chính xác của mô hình. Với mô hình máy tính, quá trình hiệu chỉnh thường tiến hành bằng việc so sánh kết quả chạy mô hình với các giá trị đo đếm ngoài thực địa. Trong quá trình hiệu chỉnh, mô hình có thể chạy nhiều lần với sự thay đổi các hệ số đầu vào để điều chỉnh cho đầu ra khớp với giá trị đo thực tế đến mức sai số thấp nhất có thể. Thường dựa trên giá trị chênh lệch (gần giống với độ biến động chuẩn) theo công thức sau

$$Y = \left[\left(\sum (\chi_c - \chi_m)^2 / \chi_{m,a} \right) / n \right]^{1/2} \quad (4)$$

Trong đó χ_c là giá trị tính toán của biến trạng thái, χ_m là giá trị đo đếm thực, $\chi_{m,a}$ là giá trị đo đếm trung bình và n là số mẫu đo và tính toán. Mô hình phải được hiệu chỉnh làm sao độ chênh lệch Y đạt được giá trị nhỏ nhất.

7. 2. 9. Áp dụng mô hình ra diện rộng

Sau khi đã hiệu chỉnh, chúng ta có thể tin tưởng vào sự hoạt động của mô hình là mô phỏng đúng các quá trình xảy ra trong hệ thống mà chúng ta đang quan tâm. Các hệ số đầu vào đã được hiệu chỉnh có thể được tiếp tục sử dụng cho việc mô phỏng rộng rãi của hệ thống đó theo một không gian và thời gian rộng hơn. Bằng việc này chúng ta có thể có những kết quả định lượng chính xác về các quá trình xảy ra trong hệ thống kể cả ngắn hạn và dài hạn, với nhiều kết hợp khác nhau của các yếu tố môi trường mà không thể đo đếm được. Ví dụ mô hình mô phỏng quá trình thẩm nitrat từ đất xuống nước ngầm tại Vân Hội, Tam Dương, Vĩnh Phúc, sau khi dùng các số đo trong năm 2004, 2005 để hiệu chỉnh mô hình (hình 5-8), ta có thể tính toán lượng nitrat làm ô nhiễm nước ngầm theo từng thời vụ khác nhau, trên các loại đất khác nhau với thời gian dài từ 1 năm đến 5 năm, thậm chí 50-100 năm.

7. 2. 10. Đánh giá mô hình

Mô hình cũng cần được đánh giá về độ chính xác, tính dễ sử dụng, tính khả thi trong thực tế và phạm vi ứng dụng cũng như hoạt động. Việc đánh giá có thể dựa vào kết quả áp dụng chúng vào các nhiên cứu, ứng dụng trên mọi hệ thống có liên quan. Việc đánh giá chính xác nhất là dựa vào kết quả thẩm định của các hội đồng khoa học uy tín, các bài báo khoa học hoặc kết quả đánh giá của các dự án có sử dụng mô hình để mô phỏng.

VIII. Một số mô hình cụ thể.

Trong thế giới hiện đại đang diễn ra rất nhiều hoạt động sống của con người mang tính tích cực để có một thế giới hiện đại và văn minh, tuy nhiên cũng có rất nhiều hoạt động làm ô nhiễm môi trường, đe dọa đến sức khỏe con người mà rất nhiều quốc gia, nhà khoa học đang tìm cách để hạn chế nó. Ô nhiễm môi trường bao gồm 6 loại chính là: ô nhiễm không khí (sự gia tăng hàm lượng, xáo trộn thành phần không khí), ô nhiễm nước (suy giảm chất lượng nước), ô nhiễm tiếng ồn (gia tăng về độ lớn và tần suất tiếng ồn), ô nhiễm đất (tích lũy quá giới hạn chất thải rắn và chất độc hại trong đất), ô nhiễm chất phóng xạ (rò rỉ và lan rộng các chất phóng xạ, nguyên tử có hại đến hoạt động sống) và ô nhiễm nhiệt (hiện tượng nóng lên toàn cầu).

Có rất nhiều mô hình để mô phỏng và tính toán các quá trình hoạt động trong môi trường xung quanh. Chúng được đánh giá có tác động mạnh mẽ đến giai đoạn nghiên cứu định lượng, tiết kiệm nhiều thời gian và vật chất mà lại đem lại độ chính xác cao. Trong môi trường nông nghiệp, môi trường được coi là có nguồn ô nhiễm không xác định lớn gây ảnh hưởng đến môi trường sống. Đại diện cho những nguồn ô nhiễm này là ô nhiễm nguồn nước mặt do các quá trình xói mòn bề mặt từ những nguồn phân bón và hóa chất bón hoặc thải vào đất, ô nhiễm nguồn nước ngầm do các quá trình thấm sâu của các hóa chất nông nghiệp trên những vùng đất có độ dẫn nước cao, mực nước ngầm nông. Để mô phỏng việc định lượng hóa các quá trình ô nhiễm này, một số mô hình tiêu biểu được xây dựng và được ứng dụng rất rộng rãi.

8. 1. Mô hình xói mòn đất do nước

Xói mòn đất là kết quả của hiện tượng mưa lớn với cường độ cao trên những vùng đất có độ dốc lớn, độ che phủ thực vật nhỏ và đất bị xáo trộn nhiều do các hoạt động canh tác nông nghiệp. Tác hại của xói mòn là hàng năm bị mất đi lượng lớn đất canh tác màu mỡ (lên tới hàng trăm tấn/ha/năm), mất theo rất nhiều chất dinh dưỡng cây trồng như mùn, đạm, lân, kali, canxi và magiê (Đậu Cao Lộc và cộng sự, 1998; Thái Phiên và cộng sự, 2001; Đào Châu Thu và cộng sự, 1997; Trần Đức Toàn và cộng sự, 1998). Do mất đi lớp đất mặt tối xốp, đất trở nên chai cứng và nghèo dinh dưỡng dẫn đến năng suất cây trồng giảm. Về ảnh hưởng rộng thì các vật liệu xói mòn như đất, bùn sẽ lấp đầy các dòng sông, hồ chứa gây ảnh hưởng đến tưới tiêu và điều hòa môi trường. Các chất hữu cơ, đạm lân sẽ tích lũy trong các sông ngòi, hồ chứa làm gia tăng các quá trình phân rã gây ô nhiễm môi trường nước và không khí. Các quá trình phú dưỡng hóa cũng tăng nhanh làm suy giảm chất lượng nước uống và gây các bệnh ở người và gia súc.

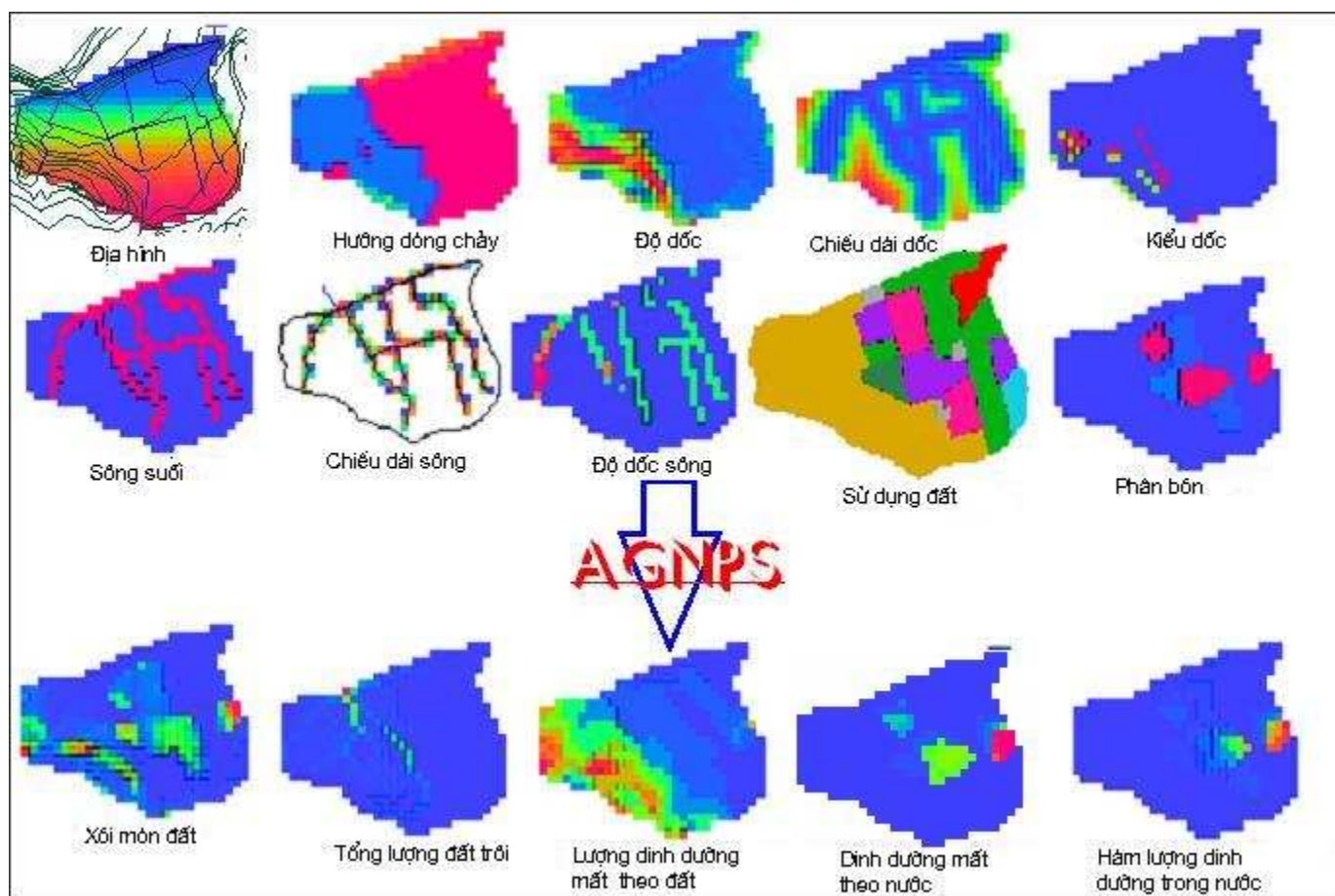
Có rất nhiều mô hình xói mòn đất được xây dựng theo các phạm vi và tỷ lệ khác nhau trong đó có các mô hình mô phỏng xói mòn trên bề mặt như GUEST (Yu et al., 1997), USLE (Wischmeier and Smith, 1978), WEPP (Flanagan et al., 2001). Những mô hình này mô phỏng xói mòn đất tại bề mặt của sườn dốc, do vậy xói mòn chủ yếu là xói mòn bề mặt và rãnh nhỏ với tốc độ xói mòn lớn. Những mô hình ở quy mô địa hình lớn

hơn như lưu vực, ví dụ AGNPS (Young et al., 1989), ANSWERS (Beasley and Huggins, 1982), CREAMS/GLEAMS (Knisel, 1991) và LISEM (De Roo et al., 1996a; De Roo et al., 1996b).

8. 1. 1. Mô hình AGNPS

Mô hình Nguồn ô nhiễm nông nghiệp không xác định (AGNPS) được xây dựng do các nhà khoa học nông nghiệp Mỹ xây dựng nhằm dự đoán xói mòn và sự di chuyển các chất dinh dưỡng, hóa chất từ những lưu vực nông nghiệp. Mô hình sẽ chạy cho từng trận mưa đơn lẻ. Lưu vực được chia ra thành những tiểu lưu vực và lưới ô vuông có kích thước bằng nhau. Mô hình bao gồm 3 mô hình con, đó là:

- Mô hình xói mòn dựa trên phương trình tính toán xói mòn mất đất phổ dụng USLE.
- Mô hình nước dựa trên kỹ thuật thiết kế các đường thủy toán (SCS) mà mỗi giá trị đại diện cho một chế độ đất, cây trồng, hệ số dẫn nước, hệ số dòng chảy khác nhau.
- Quá trình vận chuyển các chất dinh dưỡng đất và hóa chất được mô hình hóa dựa trên các đặc tính của đất, lượng các chất bón vào đất và khả năng vận chuyển của dòng chảy.



Hình 5-9. Mô hình AGNPS chạy kết hợp với phần mềm GIS mô phỏng các quá trình nước và di chuyển của hóa chất.

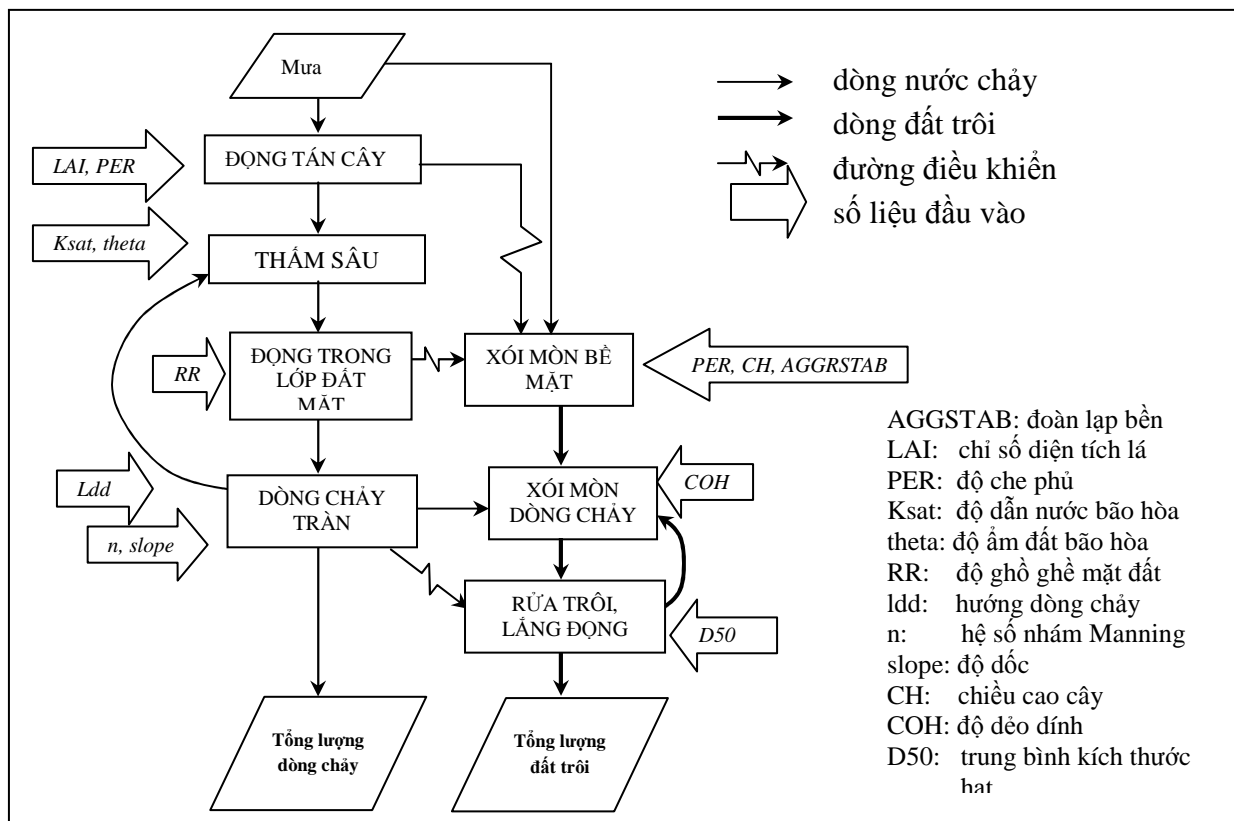
Số liệu đầu vào cho mô hình gồm 22 chỉ tiêu về đặc tính về độ dốc, hướng dốc, đặc tính lý hóa đất, cây trồng và lượng các chất hóa học bón vào đất của lưu vực, của từng ô đơn vị, lượng mưa và kiểu mưa

Số liệu đầu ra của mô hình gồm 13 chỉ tiêu về nước như tốc độ dòng chảy, đỉnh lũ, tổng lượng dòng chảy, hàm lượng cặn, khối lượng đất bị xói mòn. Tiếp theo là 11 chỉ tiêu về dinh dưỡng và hóa chất như lượng đạm, lân, và thuốc sâu mất đi trong cặn đất và trong nước chảy tràn bề mặt. Mô hình mô phỏng về không gian nên luôn cần sự hỗ trợ của các phần mềm GIS (ví dụ hình 5-9) để tính toán các yếu tố địa hình và phân bố không gian của các đơn vị đất đai. Ngày nay mô hình được phát triển lên hiện đại hơn với mô hình mới là Annual AGNPS, cơ bản dựa trên mô hình AGNPS kết hợp với phần mềm GIS AcrView.

Mô hình không những mô phỏng cho từng trận mưa đơn lẻ mà còn mô phỏng theo năm có tính đến các yếu tố cân bằng nước bao gồm: mưa, bốc thoát hơi nước, cây hút, chảy tràn và thấm sâu. Vì thế động thái biến đổi của độ ẩm đất là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng sinh dòng chảy cho mỗi trận mưa được tính toán một cách khoa học.

8. 1. 2. Mô hình xói mòn LISEM

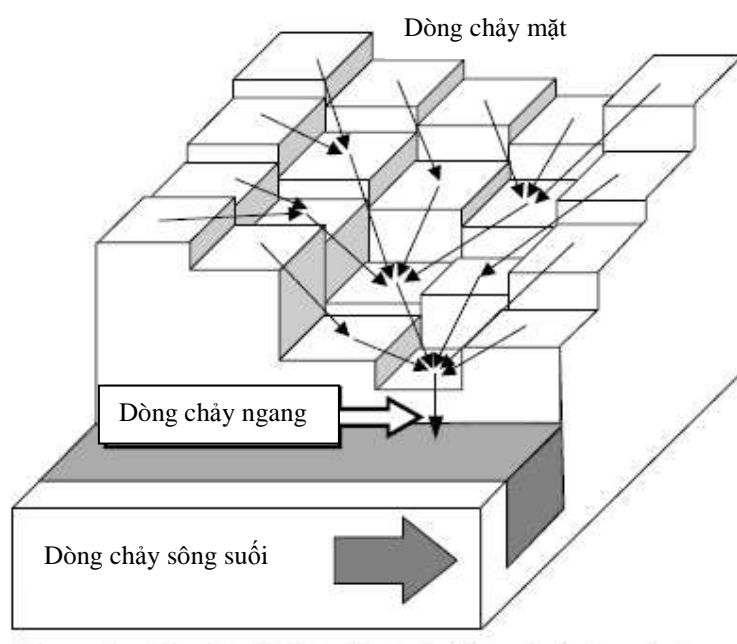
Là mô hình xói mòn viết trong môi trường GIS cho việc mô phỏng xói mòn của lưu vực có kích thước vừa và nhỏ. Mô hình mô phỏng cho từng trận mưa riêng lẻ với các độ phân giải không gian và thời gian khác nhau. Cơ chế làm việc và các quá trình xói mòn xảy ra được mô tả như trong hình 10



Hình 5-10. Biểu đồ biểu diễn cơ chế xói mòn của LISEM (Hessel et al., 2002)

Đầu vào của mô hình bao gồm 7 đường chính:

- a. Số liệu về mưa theo thời gian, khoảng cách 1-5 phút (dạng file text);
- b. Thông tin về lưu vực (bản đồ lưới ô vuông chứa các ô vuông có diện tích bằng nhau), bao gồm: bản đồ chung chứa các ô, bản đồ độ dốc, bản đồ vùng mưa và bản đồ chỉ của lưu vực;
- c. Thông tin về cây trồng hay bản đồ hiện trạng sử dụng đất, được kết nối với bảng thuộc tính chứa các thông tin về chỉ số diện tích lá, độ che phủ và chiều cao cây của các loại hình sử dụng đất khác nhau;
- d. Thông tin về lớp đất mặt, là các bản đồ chứa các thông tin như: hệ số nhám Manning's n, độ gồ gề mặt đất, lượng đá trên mặt, kẽ nứt, đường sá;
- e. Thông tin về khả năng thấm của đất: là bản đồ đơn vị đất kết nối với bảng thuộc tính của đất như: hệ số dẫn nước và độ ẩm của đất ở trạng thái bão hòa, độ ẩm hiện trạng của đất, độ sâu tầng đất;
- f. Thông tin về xói mòn và lắng đọng: là bản đồ đơn vị đất kết nối với bảng thuộc tính chứa các thông tin về: độ bền của hạt đất, độ dẻo dính và trung bình kích thước hạt đất;
- g. Thông tin về sông suối (kênh) như hướng dòng chảy, độ nhám lòng suối, chiều rộng của suối và độ dốc của lòng, sườn suối;
- h. Thông tin về hàm lượng đạm nitrat, amôn và lân trong đất.



Hình 5-11. Mô phỏng hướng dòng chảy trong mô hình xói mòn lưu vực

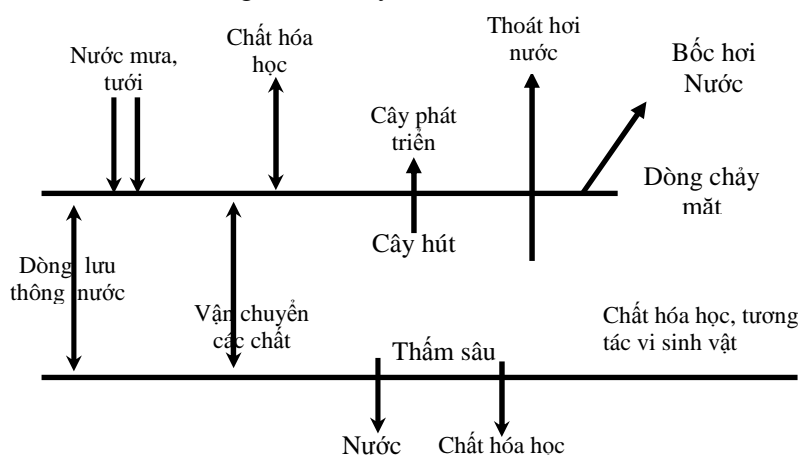
Đầu ra của mô hình bao gồm:

- i. Thông tin tại cửa của lưu vực theo thời gian (tùy theo người sử dụng, ví dụ sau khoảng cách 5 phút) gồm: tốc độ dòng chảy, thể tích dòng chảy, hàm lượng cặn trong huyền phù và lượng đất mất do xói mòn;

- j. Bản đồ phân bố xói mòn và lắng đọng đất theo thời gian và toàn trận mưa;
- k. Hàm lượng dinh dưỡng trong đất và trong dòng chảy ra khỏi lưu vực.

8. 2. Mô hình lan truyền thấm sâu chất hóa học LEACHM

LEACHM (Leaching Estimation And CHemistry Model) mô phỏng trạng thái của nước và mô phỏng quá trình vận chuyển của chất lỏng trong đất không bão hòa hoặc bão hòa 1 phần, tới độ sâu 2 m. Mô hình LEACHM mô phỏng nhiều loại hóa chất khác nhau: LEACHN mô phỏng sự chuyển hóa và vận chuyển của đạm (N) và lân (P); LEACHP mô phỏng sự phân rã và lan truyền của thuốc trừ sâu; LEACHC mô phỏng sự lan truyền của các ion vô cơ, và LEACHB mô phỏng động thái của vi sinh vật trong sự có mặt của 1 loại chất dinh dưỡng cho sự phát triển của chúng. Những mô hình này có thể áp dụng cho cả trong phòng thí nghiệm và ngoài thực địa, mô hình cũng bao gồm cả các mô hình con về hút nước và chất dinh dưỡng của rễ cây.



Hình 5-12. Các hợp phần chính và đường phát triển của LEACHM (Hutson, 2003).

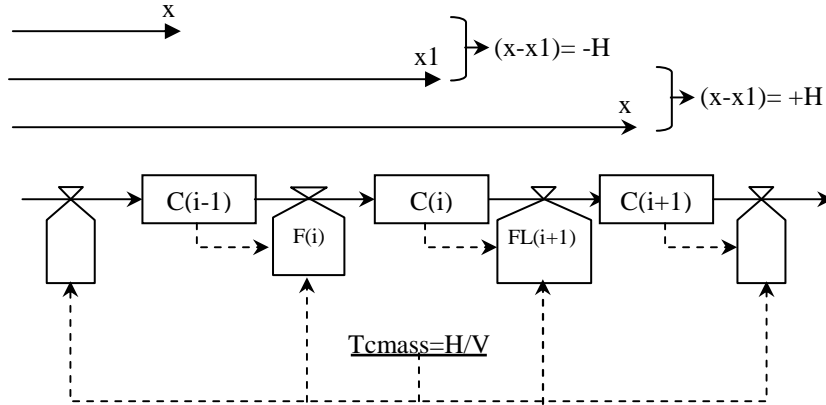
Các thông số cụ thể của mô hình.

- Thông số chung của thí nghiệm như thời tiết, đặc tính lý học đất, rễ cây tại vùng nghiên cứu.
- Thông số về đất gồm có: hàm lượng mùn trong đất, hàm lượng nitrat và a môn ban đầu, hàm lượng đạm trong chất tàn dư thực vật, hàm lượng cacbon và đạm trong tàn dư thực vật.
- Thông số về phân bón gồm có: Lượng phân đạm (Urea, a môn, nitrat), phân lân, hàm lượng đạm và lân trong tàn dư thực vật và trong phân chuồng.
- Thông số đầu ra của mô hình gồm có: Lượng amôn, nitrat và lân do cây hút, lượng amôn bốc hơi, đạm mất trong quá trình nitrat hóa, và lượng amôn, nitrat và lân mất do thấm sâu.

8. 3. Mô hình đơn giản về lan truyền hóa chất trong đất.

Ví dụ:

Xem xét một loại đất có chứa 1 lớp phân bón (ví dụ phân đạm, N, được bón ở độ sâu 20 cm). Để đơn giản hóa cho việc tính toán, giả sử đất bão hòa nước, đất có độ rỗng a ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, thường dao động từ 0.35 - 0.75 và chứa không khí và nước). Nước mưa gây ra 1 dòng đi



Hình 5-13. Biểu đồ biểu diễn sự lan truyền chất hóa học trong đất

chuyển với tốc độ v' và nước di chuyển trong các kẽ hở đất với tốc độ $v = v'/a$. Hàm lượng của N trong nước tại 1 điểm x và thời gian t là $C(x,t)$

Để mô phỏng quá trình di chuyển của N trong đất, phần diện đất được chia thành các tầng đất có các đặc điểm khác nhau (thành phần vật lý như độ rỗng, độ dẫn nước, thành phần cơ giới v.v...) và được biểu diễn như hình 5-13. Biểu đồ này sẽ giúp ta viết các phương trình di chuyển của N trong phần diện đất như sau:

Phương trình dòng chảy của N di chuyển tại tầng đất thứ i sẽ là:

$$FL(i) = V \cdot C(i-1) \quad ; \text{ là dòng N đi vào tầng } i \quad (5)$$

$$FL(i+1) = V \cdot C(i) \quad ; \text{ là dòng N đi ra khỏi tầng } i, \text{ và đi vào tầng } i+1 \quad (6)$$

Giả sử N phân tán đều trong mỗi tầng với nồng độ đồng nhất $C(i)$. Vậy N đi vào một tầng là tích của tốc độ dòng nước chảy vào và nồng độ N trong nước chảy đến từ tầng trước đó.

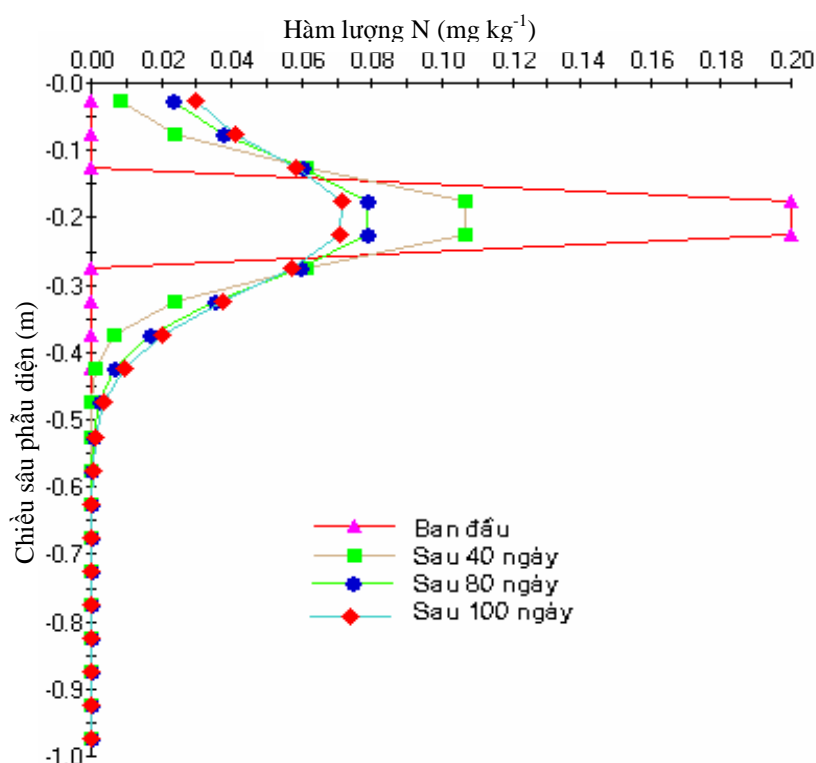
Hệ dòng chảy của N cho tầng đất i là hiệu của dòng chảy vào và ra khỏi tầng i

$$NFL(i) = FL(i) - FL(i+1) \text{ hoặc} \quad (7)$$

$$NFL(i) = V \cdot (C(i) - C(i+1)) \quad (8)$$

Ta có thể tích của tầng đất là $VOL = AREA \cdot H$ [diện tích bề mặt (x) chiều cao]. Nếu phần diện là đồng nhất và được chia làm các tầng có độ dày như nhau và bằng H , sự thay đổi nồng độ của N trong tầng đất sẽ được tính bằng $NFL(i)/H$ và tốc độ thay đổi nồng độ của N được viết dưới dạng phương trình 9. Biến động hàm lượng của N trong đất được biểu diễn như trong hình 5-14.

$$\frac{dC(i)}{dt} = \frac{NFL(i)}{H} = \frac{V}{TCOM} (C(i-1) - C(i)) \quad (9)$$



Hình 5-14. Phân bố hàm lượng đạm trong đất theo chiều sâu lúc ban đầu, sau 40, 80 và 100 ngày.

Một số lưu ý:

Trên đây là chương trình mô phỏng của đơn chất trong môi trường đồng nhất và chỉ có 1 đầu vào. Trong thực tế chất hóa học trong đất biến đổi theo sự chi phối của nhiều yếu tố môi trường như trình bày trong phần mềm LEACHM. Tại mỗi cấp quan tâm khác nhau chúng ta có quy mô của mô hình lớn hay nhỏ. Mô hình càng được mô tả chi tiết thì cho độ chính xác càng cao (gần với hệ thống thực), tuy nhiên sai số cũng sẽ rất lớn nếu phương trình tính toán và số liệu đầu vào bị sai. Vì thế người xây dựng cũng như người sử dụng mô hình phải luôn đảm bảo nguyên tắc cẩn thận trong từng chi tiết tính toán, viết phương trình, hiệu chỉnh cũng như áp dụng ra thực tế. Nếu mô hình được xây dựng tốt thì sẽ đem lại rất nhiều lợi ích cho thực tế, bằng không nó sẽ làm cho người sử dụng vận dụng sai các thành tựu khoa học và không trả lời được các câu hỏi của thực tế đặt ra.

Tài liệu đọc thêm

- Đậu Cao Lộc, Thái Phiên, Nguyễn Tử Siêm, và Trần Đức Toàn, 1998. Ảnh hưởng của các phương thức canh tác đất dốc ở Hòa Bình. Trong: Thái Phiên và Nguyễn Tử Siêm (chủ biên), Canh tác bền vững trên đất dốc ở Việt nam, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. tr: 23-44.
- Thái Phiên, Mai Văn Trinh, Nguyễn Công Vinh, Hoang Fagerstrom, M.H. và Nellson, I., 2001. Xói mòn đất và cân bằng dinh dưỡng dưới các hình thức du canh bỏ hóa ngắn, Khoa học đất số 14. tr: 38-47.
- Đào Châu Thu, Quyền Đình Hà và Đỗ Nguyên Hải, 1997. Đánh giá hiệu quả của các mô hình nông lâm kết hợp áp dụng cải tạo vùng đồi trọc Tam Quan, huyện Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phú. Khoa học đất số 8. tr: 88-92.
- Trần Đức Toàn, Hoàng Đức Nhân, Nguyễn Tử Siêm và Thái Phiên, 1998. Các biện pháp tổng hợp cho việc sản xuất nông nghiệp hiệu quả và sử dụng tốt đất đồi trọc Tam Đảo, Vĩnh Phú, Trong: Thái Phiên và Nguyễn Tử Siêm (chủ biên), Canh tác bền vững trên đất dốc ở Việt nam, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. tr: 80-88

TÓM TẮT

Chương này mô tả lịch sử hình thành các lý thuyết về mô hình hoá và các khái niệm cơ bản về mô hình. Con người xây dựng mô hình nhằm khái quát hoá các hiện tượng trong tự nhiên, hoạt động kinh tế, xã hội và trong sản xuất nông nghiệp nhằm dự tính, dự báo các chiều hướng sẽ xảy ra trong môi trường, đồng thời đề xuất các biện pháp hợp lý nhằm quản lý sản xuất nông nghiệp hạn chế ô nhiễm và suy thoái đất. Tuy nhiên, mô hình hoá hiện nay còn rất nhiều bất cập do các nhân tố môi trường thay đổi rất phức tạp và những thay đổi ngoài thực tế khác rất nhiều so với thay đổi ở trong các tình huống đã có sự kiểm soát của con người. Con người đã xây dựng rất nhiều mô hình để mô phỏng, phân tích các quá trình thay đổi của hệ thống môi trường. Trong chương này tập trung vào mô tả các mô hình xói mòn đất, mô hình lan truyền hoá chất trong môi trường đất, môi trường nước, v.v.

Câu hỏi ôn tập

1. Mô hình hoá nhằm mục đích gì?
2. Anh (chị) hãy liệt kê các ưu và nhược điểm của mô hình hoá?
3. Phương pháp xây dựng mô hình?
4. Ý nghĩa của mô hình hoá trong phân tích hệ thống môi trường nông nghiệp?
5. Các mô hình tính toán lượng đất bị xói mòn? Ưu và nhược điểm của từng mô hình?
6. Anh (chị) hiểu như thế nào về mô hình thấm sâu chất hoá học (LEACHM)?
7. Mô hình Nguồn ô nhiễm nông nghiệp không xác định (AGNPS)?

GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

Biên giới của hệ thống: “Đường” phân biệt giữa các phần tử của hệ thống với môi trường.

Cây trồng: Là tất cả các loại cây được trồng và quản lý trong một vùng hay một nông trại nhằm mục tiêu thoả mãn nhu cầu của con người.

Cấu trúc của hệ thống: là hình thức cấu tạo bên trong của hệ thống bao gồm: (i) Sự sắp xếp vị trí giữa các phần tử; (ii) Các mối quan hệ giữa các phần tử.

Chức năng của hệ thống: là khả năng được qui định cho hệ thống, làm cho hệ thống có thể thay đổi trạng thái và từng bước đạt tới mục tiêu đã định.

Cơ cấu cây trồng: Là thành phần và các loại cây trồng được bố trí theo không gian và thời gian trong một nông trại hay một vùng sản xuất(thường xác định trong một năm).

Cơ chế của hệ thống: là phương thức hoạt động hợp với qui luật khách quan vốn có của hệ thống.

Công thức luân canh: là việc bố trí cây trồng một cách thích hợp theo trình tự thời gian trong năm trên một không gian nhất định (có thể là mảnh ruộng, có thể cánh đồng hoặc một vùng...).

Dòng dinh dưỡng nội lưu: Dòng dinh dưỡng chuyển dịch bên trong hệ thống xác định.

Đầu vào tiêu chuẩn (Target input): là dòng các chất dinh dưỡng ở dạng phân bón, thuốc trừ sâu, nước tưới, nước trời, vv cung cấp cho đồng ruộng trong đầu hoặc suốt mùa vụ canh tác nhằm đạt năng suất chỉ tiêu (TY).

Đầu vào: là các tác động của môi trường đến hệ thống bằng các dòng dinh dưỡng, vật chất hoặc thông tin. Ví dụ: rừng, có đầu vào là dinh dưỡng, nước, không khí; Nông hộ có đầu vào là tiền vốn, lao động.

Đầu ra: là tác động trở lại của hệ thống với môi trường. Đầu ra có thể là dòng năng lượng, thông tin, tiền tệ, dinh dưỡng (nông sản và chất thải).

Độ phì bão hoà (Saturated Soil Fertility): Độ phì của đất đạt đến ngưỡng tối đa trong điều kiện các yếu tố hình thành đất (khí hậu, đá mẹ, địa hình, sinh vật) ít có sự biến động.

Độ phì tiêu chuẩn (Target Soil Fertility): Độ phì tiêu chuẩn của đất là độ phì sẵn có trong tự nhiên hoặc đã được con người điều chỉnh để năng suất cây trồng đạt hiệu quả kinh tế cao nhất, không làm tổn hại đến môi trường.

Hệ sinh thái nông nghiệp (HSTNN): là hệ thống bao gồm các sinh vật và cảnh quan được sử dụng cho mục đích sản xuất nông nghiệp. Hệ sinh thái nông nghiệp vốn là các hệ sinh thái tự nhiên được con người biến đổi phục vụ nhu cầu về lương thực, thực phẩm của con người.

Hành vi của hệ thống: là tập hợp các đầu ra Y của hệ thống.

Hệ thống chăn nuôi: là hệ thống sản xuất bằng vật nuôi trong nông hộ/trang trại/doanh nghiệp hoặc cộng đồng.

Hệ thống dinh dưỡng cây trồng tổng hợp (IPNS): là hệ thống duy trì hoặc điều chỉnh độ phì của đất và dinh dưỡng cây trồng ở mức độ hợp lý nhất cho năng suất của cây trồng thông qua hợp lý hoá các lợi ích từ tất cả các nguồn hiện có của dinh dưỡng cây trồng trong một thể thống nhất.

Hệ thống kinh tế xã hội: là sự quản lý của nông dân và hệ thống chính sách, các tổ chức văn hoá xã hội được kết hợp lại cùng thúc đẩy hệ thống canh tác hoạt động tốt đạt mục tiêu của hệ thống nông nghiệp.

Hệ thống ngành nghề-chế biến (hệ thống phi nông nghiệp): là dạng sản xuất mang tính chất tiểu thủ công nghiệp cùng góp phần làm tăng thu nhập cho nông dân.

Hệ thống nông hộ: Có thể nói là đơn vị cuối cùng của hệ thống nông nghiệp có phạm vi, biên giới rõ ràng và có chủ thể của hệ thống riêng. Chủ thể của hệ thống chính là hộ nông dân, người luôn suy nghĩ đề ra mọi quyết định cho các hoạt động của hệ thống nông hộ một cách hợp lý nhất. Hộ nông dân cung cấp các đầu vào cho hệ thống nông hộ như: lực lượng lao động, tiền vốn, cũng là người tìm môi trường cho đầu ra của hệ thống nông hộ, là người cân đối mọi hoạt động của hệ thống.

Hệ thống nông nghiệp trước hết là một phương thức khai thác môi trường được hình thành và phát triển trong lịch sử, một hệ thống sản xuất thích ứng với các điều kiện sinh thái, khí hậu của một không gian nhất định, đáp ứng với các điều kiện và nhu cầu của thời điểm ấy.

Hệ thống canh tác là hình thức tập hợp của một tổ hợp đặc thù của các tài nguyên trong nông trại ở một môi trường nhất định bằng những phương pháp công nghệ sản xuất ra các sản phẩm nông nghiệp sơ cấp.

Hệ thống cây trồng (Cropping Systems): Là tập hợp tất cả các loại cây có quan hệ với môi trường tự nhiên, kinh tế, xã hội của nông trại hay vùng để cùng tạo ra sản phẩm nông nghiệp với hiệu quả kinh tế cao.

Hệ thống nuôi trồng thủy sản: là dạng canh tác trong điều kiện môi trường nước để nuôi trồng các loại giáp xác, động vật thủy sinh trong điều kiện sinh thái nhất định để thỏa mãn nhu cầu con người.

Hợp phần kỹ thuật (Component Technogy): là tất cả các biện pháp kỹ thuật được tác động vào sản xuất để cho hiệu quả kinh tế cao nhất. (Giống- làm đất, bón phân- tưới nước- làm cỏ-phòng trừ sâu bệnh- thu hoạch...)

Labile Pool bao gồm tất cả các dinh dưỡng có khả năng linh động trong đất: dạng hoà tan trong dung dịch đất, dạng trao đổi trên bề mặt keo sét, dạng hấp thụ không chặt.

Mô hình hay hình mẫu (hiểu thông thường) là một cái mẫu hay hình thể của một vật để tham khảo. Mô hình là sự trừu tượng hoá hay đơn giản hoá hệ thống, nhưng các đặc tính cơ bản của hệ thống phải được giữ nguyên.

Mô hình nông nghiệp là mô hình mô tả các hoạt động của hệ thống nông nghiệp. Nhờ nó mà ta có thể biết được các hoạt động của hệ thống nông nghiệp như thế nào, trong mỗi hệ thống có bao nhiêu hệ phụ, các mối liên hệ của chúng ra sao, môi trường của chúng là gì, hiệu quả hoạt động của hệ thống cao hay thấp. Trong nông nghiệp, mô hình được sử dụng phổ biến trong công tác khuyến nông và đào tạo.

Môi trường: Theo nghĩa rộng môi trường là tập hợp tất cả các điều kiện bên ngoài có ảnh hưởng đến một vật thể hay một sự kiện.

Mục tiêu của hệ thống: là cái đích mà hệ thống cần đạt tới.

Năng suất chỉ tiêu (Target yield): là năng suất con người cố gắng đạt tới trong các điều kiện nhất định.

Nghiên cứu hệ thống canh tác (FSR): Phương thức tiếp cận để nghiên cứu và phát triển nông nghiệp dựa trên quan điểm toàn bộ hệ thống canh tác trang trại/nông hộ là một hệ

thống nhất và nó tập trung vào mối ràng buộc giữa các thành phần trong hệ thống dưới sự kiểm soát và quản lý của các nông hộ. Những thành phần của hệ thống tương tác với các nhân tố vật lý, sinh học và kinh tế - xã hội nằm ngoài sự kiểm soát của nông hộ.

Nguồn dinh dưỡng tồn tại ở dạng ỳ, ít linh động (Inert Pool) bao gồm các chất dinh dưỡng được bọc rất chắc chắn ở bên trong các keo sét hoặc các tinh thể khoáng chất, axit không thể công phá được trong điều kiện bình thường hay còn gọi là trơ, ỳ trước các tác động. Nhiệt độ cao hoặc lực cơ học có thể làm cho sự bảo vệ của các keo sét hoặc chất khoáng bị phá huỷ bị phá huỷ, giải phóng các chất dinh dưỡng trơ ỳ.

Nguồn dinh dưỡng tồn tại ở dạng hợp chất tương đối bền (Stable Pool) bao gồm các chất được hấp thu chặt trên keo sét, nhưng nếu bị công phá bởi axit mạnh thì các chất dinh dưỡng đó có thể bị tách ra khỏi keo sét vào dung dịch chiết xuất.

Ngưỡng độ phì của đất là ngưỡng các đặc tính sinh, lý, hoá của đất đạt mức tối đa. Nếu hàm lượng, số lượng hay nồng độ các đặc tính này vượt quá ngưỡng này thì chúng sẽ tự bị đào thải hoặc làm cho hệ thống bị thay đổi về chức năng (ô nhiễm). Ví dụ: trong điều kiện môi trường khoáng hoá mạnh ở vùng nhiệt đới, hàm lượng các chất hữu cơ trong đa số trường hợp ở đất nhiệt đới thấp hơn so với hàm lượng chất hữu cơ trong đất ôn đới.

Nông nghiệp là một loại hoạt động của con người, tiến hành trước hết là để sản xuất ra lương thực, sợi, củi đốt cũng như các vật liệu khác, bằng sự cân nhắc kỹ lưỡng và sử dụng có hiệu quả cây trồng và vật nuôi.

Phân tích cân bằng dinh dưỡng là phương pháp phân tích và đánh giá quỹ dinh dưỡng của hệ thống thông qua tất cả các dòng dinh dưỡng cung cấp cho hệ thống và ra khỏi hệ thống nhằm tìm hiểu môi trường dinh dưỡng của hệ thống sản xuất nông nghiệp hay hệ sinh thái nông nghiệp. Nếu cân bằng dinh dưỡng âm (Đầu vào < Đầu ra), chức năng của hệ thống có nguy cơ bị phá vỡ nếu không có biện pháp ngăn chặn kịp thời. Nếu cân bằng dinh dưỡng dương (Đầu vào > Đầu ra), chất lượng nông sản có nguy cơ bị ảnh hưởng bởi các chất vượt quá mức độ cho phép và có thể xảy ra hiện tượng phú dưỡng nguồn nước. Nếu cân bằng dinh dưỡng trung tính (Đầu vào = Đầu ra), hệ thống có khả năng duy trì chức năng và tính bền vững của nó nếu như các hợp phần (các dòng dinh dưỡng) của hệ thống không vượt quá mức cho phép.

Phân tích tính bền vững của hệ thống nông nghiệp: Đánh giá tính bền vững của hệ thống, khả năng duy trì chức năng của hệ thống trước những tác động từ bên ngoài và xu hướng phát triển hệ thống.

Phân tích hệ thống môi trường là nhằm tìm hiểu chức năng của hệ thống được thực hiện như thế nào và nó có tác động như thế nào đối với môi trường xung quanh. Kết quả nghiên cứu sẽ được sử dụng trong quá trình ra quyết định hoặc quy hoạch cho phát triển bền vững ở các cấp độ quốc gia, cộng đồng, tổ chức và cá nhân.

Phân tích hệ sinh thái nông nghiệp được Conway (1985) đề xuất và nó được ứng dụng hiệu quả trong các trường Đại học thuộc mạng lưới Đông Nam Á (SUAN) vào những năm 1980. Mục đích của phân tích hệ sinh thái nông nghiệp là phát hiện và tìm ra các hạn chế và tiềm năng của HSTNN từ đó đưa ra các giải pháp cụ thể nhằm cải thiện các đặc tính và môi trường của hệ thống. Nó là các luận chứng cơ sở để đưa ra các biện pháp điều khiển hệ thống thông qua các biện pháp khuyến nông, chính sách và các biện pháp kỹ thuật.

Phép biến đổi của hệ thống: là khả năng thực tế khách quan của hệ thống trong việc biến đầu vào thành đầu ra.

Quy trình kỹ thuật (Package Technique): Là các phương pháp cụ thể để thực hiện các hợp phần kỹ thuật được tốt (biện pháp làm đất, biện pháp bón phân, cách tưới nước).

Trạng thái của hệ thống: Là khả năng kết hợp các đầu vào của hệ thống tại một thời điểm nào đây.

Tiếp cận dưới lên quan tâm việc tìm hiểu Logic hoạt động của hộ nông dân để hiểu được cách ra quyết định của họ thì nhà nghiên cứu mới có thể đề xuất ra các giải pháp tác động phù hợp với điều kiện và ý thức của nông dân để họ tiếp thu và áp dụng được.

Tăng vụ: Là canh tác hơn một vụ trong năm trên một mảnh đất hay trong cùng một điều kiện sinh thái nông nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alternative Farming Systems Information Center Sustainable Agriculture Resources” (www.nal.usda.gov/afsic/agnic/agnic.htm, 2005)
- Beasley, D.B. and Huggins, L.F., 1982. ANSWERS Users Manual. U.S. Environmental Protection Agency. Purdue University, Region V, Chicago, Illinois, West Lafayette, Indiana, 54 pp.
- Beck, M.A. and Sanchez, P.A., 1994. Soil phosphorus fraction dynamics during 18 years of cultivation on a Typic Paleudult. *Soil Science Society of America Journal* 58, 1324-1341.
- Boxman, O. and Janssen, B.H., 1990. Availability of nutrients and fertilizer use. In: Janssen, B.H. and Wienk, J.F. (eds) Mechanized Annual Cropping on low fertility acid soils in the humid tropics: a case study of the Zanderij soils in Suriname. *Wageningen Agricultural University Paper 90-5*, Wageningen, pp.73-99.
- Cassman, K.G., Stainer, R. and Johnston, A.E., 1995. Long-term experiments and productivity indexes to evaluate the sustainability of cropping systems. In: Barnett, V., Payne, R., and Steiner, R. (eds) *Agricultural Sustainability in Economic, Environmental and Statistical Consideration*. John Wiley & Sons, London, pp. 241-244.
- Checkland, P. 1981. Systems Thinking. System practice. John Wiley & Sons, Chichester.
- Chowdary, V.M., Rao, N.H. and Sarma, P.B.S., 2004. A coupled soil water and nitrogen balance model for flooded rice fields in India. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103(3): 425-441.
- Collier, W.L. 1977. Technology and peasant production: a discussion. *Development and change* 8, 351-362.
- CIP, IDRC, IFAD. Philippines, 2005. Participatory research and development for sustainable agriculture and natural resource management; A sourcebook.
- Clem Tisdell, 1996. *Economic indicators to access the sustainability of conservation farming project: An Evaluation*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 57(1996) 117-131)
- Conway, G.R., 1984. *What is an Agroecosystem and Why is it Worthy of Studies? In An introduction to human ecology research on agricultural systems in Southeast Asia*. Edited by A. Terry Rambo and Percy E.Sajise. Copyright 1984 by East-West Environment and Policy Institute and University of the Philippines at Los Banos.
- Conway, G.R. 1985. Agroecosystem analysis. *Agricultural administration* 20, 31-55.
- Conway, G.R., 1987. *The properties of agroecosystem*. *Agricultural System*, 24(2): p. 95-117
- Department for Environment Food and Rural Affairs. *Sustainable development indicators in your pocket 2004*. A selection of the UK Government's indicators of sustainable development published by the Department for Environment, food and Rural Affairs. Printed in the UK, April 2004. ([www. Sustainable-development.gov.uk](http://www.Sustainable-development.gov.uk), 2005)

- De Roo, A.P.J., Offermans, R.J.E. and Cremers, N.H.D.T., 1996a. LISEM: A single-event, physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins. II: Sensitivity analysis, validation and application. *Hydrological Processes*, 10(8): 1119-1126.
- De Roo, A.P.J., Wesseling, C.G. and Ritsema, C.J., 1996b. LISEM: A single-event physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins. I: Theory, input and output. *Hydrological Processes*, 10(8): 1107-1117.
- Đào Thế Tuấn, 1995. *Về phát triển bền vững của nông nghiệp Việt nam trong Tính bền vững của sự phát triển nông nghiệp ở miền Bắc Việt nam*, nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, trang 27 - 41
- Đào Châu Thu, Quyền Đình Hà và Đỗ Nguyên Hải, 1997. Đánh giá hiệu quả của các mô hình nông lâm kết hợp áp dụng cải tạo vùng đồi trọc Tam Quan, huyện Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phú. *Khoa học đất số 8*. tr: 88-92.
- Đậu Cao Lộc, Thái Phiên, Nguyễn Tử Siêm, và Trần Đức Toàn, 1998. Ảnh hưởng của các phương thức canh tác đất dốc ở Hòa Bình. Trong: Thái Phiên và Nguyễn Tử Siêm (chủ biên), *Canh tác bền vững trên đất dốc ở Việt nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. tr: 23-44.
- FAO. 2005. Sustainable farming systems. <http://www.fao.org/regional/seur/Review>.
- Flanagan, D.C., Ascough, J.C., Nearing, M.A. and Laflen, J.M., 2001. The Water Erosion Prediction Project (WEPP) model. In: R.S. Harmon and W.W. Doe (Editors), *Landscape Erosion and Evolution Modelling*. Kluwer Academic Publishers, New York, USA, pp. 145-199.
- Follet, R.H., Murphy, L.S. and Donahue, R.L., 1981. *Fertilizers and Soil Amendments*. Prentice-Hall, New Jersey, pp.163-170.
- Forrester, J.W., 1961. *Industrial Dynamic*. MIT Press, Cambridge, MA. Reprinted: Productivity Press, Cambridge, MA.
- Fresco, L.O., and Kroonenberg, S.B., 1992. Time and spatial scales in ecological sustainability. *Land Use Policy*, July, 155-168.
- Gillogly, K.; Charoenwatana, T.; Fahrney, K.; Panya, O.; Namwongs, S.; Rambo, A. Terry; Rerkasem, K.; and Smutkupt, S.S. (eds.). 1990. Two Upland Agroecosystems in Luang Prabang Province, Lao PDR: *A preliminary analysis (Report on the SUAN-Lao seminar on rural resources analysis in Vientiane and Luang Prabang, Lao PDR from 4-14 December, 1989)*. Khon Kaen, Thailand: The SUAN Secretariat, Farming Systems Research Project, Khon Kaen University.
- Gomez, A.A., Kelly, D.E., and Syers, J.K., 1996. *Measuring the sustainability of agricultural systems at farm level*. Paper presented in a workshop on Advances in Soil Quality for Land Management held in Ballarat, Australia on April 17-19, 1996
- Gypmantasiri, P., Wiboonpongse, A., Rerkasem, B., Craig, I., Rerkasem, K., Ganjapan, L., Titayawan, M., Seetisarn, M., Thani, P., Jaisaard, R., Ongpraser, S., Radanachalee, T. and Conway, G.R. 1980. An Interdisciplinary perspective of cropping systems in the Chiang Mai valley: key questions for research, Faculty of Agriculture, University of Chiang Mai, Chiang Mai, Thailand.
- Haefner, J.W., 2005. *Modeling Biological Systems: Principles and Applications*, second edition. Springer.

- Hamblin, A., 2005. *Sustainable Agricultural Systems - What are the appropriate measures for soil structure* (www.publish.csiro.au/paper/SR9910709.htm, 2005)
- Hartemink, A.E., 1995. Soil fertility decline under sisal cultivation in Tanzania. *ISRIC Technical Paper No. 28*, Wageningen, 67 pp.
- Hartemink, A.E., Osborne, J.F. and Kips, Ph.A., 1996. Soil fertility decline and fallow effects in Ferrasols and Acrisols of sisal plantations in Tanzania. *Experimental Agriculture* 32, 173-184.
- Hassink, J., 1995. Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils. *PhD thesis, Wageningen Agricultural University*, Wageningen, 250 pp.
- Hedley, M.J., White, R.E. and Nye, P.H., 1982. Plant induced changes in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* var. Emerald) seedlings. III. Changes in L value, soil phosphate fractions and phosphate activity. *New Phytologist* 91, 45-56.
- Hemmingway, R.G., 1963. Soil and herbage potassium levels in relation to yield. *Journal of Science Food and Agriculture* 14, 188-196.
- Hessel, R., Van Dijck, S. and Van den Elsen, E., 2002. Lisem project Field Measurements Manual. Alterra, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 42 pp.
- Hutson, J.L., 2003. LEACHM: Model description and user's guide. School of Chemistry, Physics and Earth Sciences, The Flinders University of South Australia, 142 pp.
- Janssen, B.H., 1999. Basics of budgets, buffers and balances of nutrients in relation to sustainability of agroecosystems. In: Smaling, E.M.A., Oenema, O. and Fresco, L.O., (eds) *Nutrient Disequilibria in Agroecosystems*. CAB International, 27-56.
- Janssen, B.H., 1998. Efficient use of nutrients: an art of balancing. *Field crops research* 56, 197-201.
- Janssen, B.H., Guiking, F.C.T., Van der Eijk, D., Smaling, E.M.A., Wolf, J. and Van Reuler, H., 1990. A system for quantitative evaluation of the fertility of tropical soils (QUEFTS). *Geoderma* 46, 299-318.
- Janssen, B.H., Braakhekke, W.G. and Catalan, R.L., 1994. Balanced plant nutrition: simultaneous optimization of environmental and financial goals. In: Etchevers B. (ed.) *Transactions 15th World Congress of Soil Science*, Acapulco, Mexico, 10-16 July, 1994. *International Society of Soil Science, Mexico, Volume 5b*, pp. 446-447.
- Johnston, A.E., 1996. Phosphorus: essential plant nutrient, possible pollutant. *Meststoffen* 1996, 53-63.
- Jose' L. Berrotera'n and J. Alfred Zinck (www.Google.co.jp, 2005). *Indicators of agricultural Sustainability at the National level: A case study of Venezuela*.
- Jürgensen, S.E. and Bendoricchio, G., 2001. *Fundamentals of ecological modelling*. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 530 pp.
- Khon Kaen University, 1987. *Proceedings of the 1985 international conference on rapid rural appraisal*. Khon Kaen, Thailand: Rural systems research and farming systems research projects.
- Kilasara, M., Kullaya, I.K. Kaihura, F.B.S., Aune, J.B., Singh, B.R. and Lal, R., 1995. Impact of past soil erosion on land productivity in selected ecological regions in Tanzania. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* (Suppl. 21), 71-79.

- Knisel, W.G., 1991. CREAMS/GLEAMS: a development overview. In: D.B. Beasley, W.G. Knisel and A.P. Rice (Editors), Proceedings of the CREAMS/GLEAMS Symposium. Agricultural Engineering Department, University of Georgia, Athens, GA, USA, pp. 9-17.
- Le Trong Cuc, Kathleen Gillogy and A.T. Rambo. 1990. Agroecosystems of the Midlands of Northern Vietnam. Occasional paper No. 12 of the East-Westview Environment and policy Institute.
- Le Trong Cuc; and Rambo, A.Terry, eds. 2001. Bright Peaks, Dark Valleys; A Comparative Analysis of Environmental and Social Conditions and Development Trends in Five Communities in Vietnam's Northern Mountain Region. Hanoi: National Political Publishing House.
- Leffelaar, P.A. and Van Straten, G., 2006. The art of Modeling (Study book for PE & RC PhD course), Wageningen University, Wageningen, the Netherlands.
- Lynam and Herdt, 1989. *Sense and Sustainability as an Objective* in International Agricultural Research. Agricultural Economics, (3) p. 381-398.
- Nguyễn Thanh Lâm. 2005. Bài giảng “Phân tích hệ sinh thái nông nghiệp”. Trường Đại học Nông nghiệp I, Hà Nội.
- Nguyen Thanh Lam, Patanothai, A., Limpinuntana, V., Vityakon, P., 2005. Land-use sustainability of composite swiddening in the uplands of Northern Vietnam: Nutrient balances of swiddening fields during the cropping period and changes of soil nutrient over the swidden cycle. International Journal of Agricultural Sustainability, Volume 3, No. 1. 57-68.
- Nguyễn Vinh Quang. 2005. Báo cáo thực trạng quản lý tài nguyên tại Bản Quê, Huyện Con Công, Nghệ An. Trung tâm Sinh thái Nông nghiệp, Đại học Nông nghiệp I, Hà Nội.
- Nguyễn Văn Dung, Trần Đức Viên, Phạm Tiến Dũng, Nguyễn Thanh Lâm, 2003. *Ảnh hưởng của xói mòn và suy thoái đất đến canh tác nương rẫy tại bản Tát, xã Tân Minh, tỉnh Hoà Bình*. Tạp chí khoa học Nông nghiệp No.1. ĐHNHI. 133-137.
- Oenema, O., Boers, P.C.M., Van Eerd, M.M., Fraters, B., Van der Meer, H.G., Roest, C.W.J., Schroder, J.J. and Willems, W.J., 1997. The nitrate problem and nitrate policy in the Netherlands. *Nota* 88. Research Institute for Agrobiological and Soil Fertility (AB-DLO), Haren, The Netherlands, 21 pp.
- Peter M. Horne và Werner W.S. 2002. Phát triển các giải pháp nông nghiệp cho nông hộ; cách khởi đầu với phương pháp tiếp cận có sự tham gia. Dịch ra tiếng Việt bởi Lê Văn An và Tôn Nữ Tiên Sa. ACIAR và CIAT xuất bản.
- Phạm Chí Thành, Phạm Tiến Dũng, Đào Châu Thu, Trần Đức Viên. 1996. Hệ thống nông nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội.
- Ryden, J.C., 1986. Gaseous losses of nitrogen from grassland. In: Van der Meer, H.G., Ryden, J.C. and Ennik, G.C., (eds) Nitrogen fluxes in intensive grassland systems. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 59-73.
- Sigunga, D.O., 1997. Fertilizer nitrogen use efficiency and nutrient uptake by maize (*Zea mays* L.) in Vertisols. *PhD thesis*, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 207 pp.

- Smaling, E.M.A. and Janssen, B.H., 1987. Soil fertility. In: Boxem, H.W., De Meester, T. and Smaling, E.M.A. (eds) *Soils of the Kilifi Area, Kenya. Agricultural Resource Report 929*, Pudoc, Wageningen, pp. 109-117.
- Smaling, E.M.A., Fresco, L.O. and De Jager, A., 1996. Classifying, monitoring and improving soil nutrient stocks and flows in African agriculture. *Ambio* 25, 492-496.
- Smaling, E.M.A., Nandwa, S.M. and Janssen, B.H., 1997. Soil fertility in Africa is at stake! Special Publication American Society of Agronomy 51, 47-61.
- Smaling, E.M.A., O. Oenema, and L.O. Fresco. 1999. Nutrient Disequilibria in Agroecosystems; Concepts and case studies. The Netherlands. CABI publishing.
- Soil Survey Staff. 1962. Soil survey manual. *Handbook 18*, USDA, Washington, DC, pp. 155-172.
- Stoorvogel, J.J. and Smaling, E.M.A., 1990. Assessment of Soil Nutrient Depletion in Sub-Saharan Africa: 1983-2000. Report 28. The Winand Staring Centre for integrated Land, Soil, and Water Research, Wageningen, Vol. 1: *Main report*, 137 pp. Vol. 2: *Nutrient balances per crop and per Land Use System*, 228 tables.
- TAC/CGIAR. 1989. Sustainable Agricultural Production: Implications for international agricultural research. *FAO research and technology Paper No. 4*, FAO, Rome.
- Thái Phiên, Mai Văn Trinh, Nguyễn Công Vinh, Hoang Fagerstrom, M.H. và Nellson, I., 2001. Xói mòn đất và cân bằng dinh dưỡng dưới các hình thức du canh bỏ hóa ngắn, Khoa học đất số 14. tr: 38-47.
- Tiessen, H., Stewart, J.W.B., and Cole, C.V., 1984. Pathway transformations in soils of differing pedogenesis. *Soil Science Society of America Journal* 48, 853-858.
- Trần Đức Toàn, Hoàng Đức Nhân, Nguyễn Tử Siêm và Thái Phiên, các biện pháp tổng hợp cho việc sản xuất nông nghiệp hiệu quả và sử dụng tốt đất đồi trọc Tam Đảo, Vĩnh Phú. Trong: Thái Phiên và Nguyễn Tử Siêm (chủ biên), Canh tác bền vững trên đất dốc ở Việt nam, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. tr: 80-88
- Tran Duc Vien, Nguyen Van Dung, Pham Tien Dung and Nguyen Thanh Lam, 2004. A Nutrient Balance Analysis of the Sustainability of a Composite Swiddening Agroecosystem in Vietnam's Northern Mountain Region. In *Southeast Asian Studies*. Vol. 41, No.4, March 2004. 491-502.
- Trần Đức Viên. 1998. Sinh thái học nông nghiệp. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.
- Trần Đức Viên (Chủ biên). 2001. Thành tựu và thách thức trong quản lý tài nguyên và cải thiện cuộc sống của người dân ở trung du miền núi Việt Nam. Nhà xuất bản chính trị Quốc gia. Hà Nội.
- Van der Eijk, D., 1997. Phosphate fixation and the response of maize to fertilizer phosphate in Kenyan soils. *PhD thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands*, 187 pp.
- Van Reuler, H., 1996. Nutrient management over extended cropping periods in the shifting cultivation system of south-west Cote d'Ivoire. *PhD thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands*, 189 pp.
- Van Reuler, H. and Janssen, B.H., 1993. Nutrient fluxes in the shifting cultivation system of south-west Cote d'Ivoire. I. Dry matter production, nutrient contents and nutrient release after slash and burn for two fallow vegetations. II. Short-term and long-term

- effects of burning on yield and nutrient uptake of food crops. *Plant and Soil* 154, 169-188.
- Walker, B.H., Norton, G.A., Barlow, N.D., Conway, G.R., Bailey, M. and Comins, H.N. 1978. A procedure for multidisciplinary ecosystem research with reference to the South African Savanna Ecosystem Project. *J. Applied Ecology*, 15: 481-502.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning. Agricultural Research Service, Agricultural Handbook No. 537, 58 pp.
- Young, R.A., Onstad, C.A., Bosch, D.D. and Anderson, W.P., 1989. AGNPS: A nonpoint-source pollution model for evaluating agricultural watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation*, 44(2): 4522-4561.
- Yu, B., Rose, C.W., Cielsiolka, C.A.A., Coughlan, K.J. and Fentie, B., 1997. Towards a framework for runoff and soil loss prediction using GUEST technology. . *Australian Journal of Soil Research*, 35, 1191-1212.