

SCAMP: BỘ CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ NHỮNG MẶT HẠN CHẾ CỦA ĐẤT VÙNG CAO ĐỂ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Phan Thị Công, Phil Moody, Nguyễn Quang Chơn, Nguyễn Bình Duy, Đỗ thị Thanh Trúc, Trần Duy Việt Cường, Nguyễn Đăng Dũng và Nguyễn Đức Hoàng
Phòng Nghiên cứu Khoa học Đất, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam

Tóm Tắt

Việc xóa đói giảm nghèo ở nông thôn sẽ không gặt hái được thành công trừ phi người nông dân có khả năng tiếp thu được những hệ thống nông nghiệp bền vững với lợi nhuận cao có kỹ thuật tiên tiến và các sản phẩm trí tuệ. Ngoài ra khuyến nông viên đa số bị hạn chế các kiến thức cơ bản về khoa học đất do đó rất khó cho người nông dân có được những khuyến cáo về việc quản lý đất bền vững. Tài liệu hướng dẫn đánh giá những mặt hạn chế của đất vùng cao được biên soạn bao gồm phương pháp nhận biết, cách thu thập mẫu, phương pháp phân tích, xác định mặt hạn chế, diễn giải những hạn chế và đưa ra biện pháp giải quyết. Vì vậy đây là một cẩm nang trọn gói về ‘Đánh giá những mặt hạn chế của đất để phát triển bền vững cho đất vùng cao’ (Soil Constraints and Management Package, gọi tắt là SCAMP). Tài liệu soạn thảo đã được phân thành 3 cấp từ đơn giản đến phức tạp để phù hợp với trình độ tiếp thu và ứng dụng, khả năng trang thiết bị phân tích có được tại địa bàn. Cấp 1 bao gồm các thông số thu thập ngay tại ruộng thông qua quan sát và cảm nhận mà người nông dân nào cũng có thể làm được. Cấp 2 đòi hỏi có thêm những dụng cụ cầm tay đơn giản như máy đo pH, máy đo EC mà Trạm Khuyến nông có thể trang bị được. Cấp 3 yêu cầu có những trang thiết bị phân tích tại các phòng thí nghiệm và những kinh nghiệm để diễn giải kết quả phối hợp giữa nhiều thông số trước khi đưa ra biện pháp quản lý. Ngoài mục tiêu gia tăng sản lượng, phát triển nông nghiệp bền vững, hai mục tiêu khác đã được thực hiện: đào tạo nguồn nhân lực và đánh giá hiểm họa gây suy thoái môi trường. Cán bộ khuyến nông của các huyện từ ba vùng: Tây Nguyên, Duyên hải Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ (160 người) đã được tập huấn lý thuyết và thực hành đồng ruộng về SCAMP cấp 1 và cấp 2. Những đợt khảo sát cho thấy hơn 95% cán bộ khuyến nông tham dự yêu cầu được tập huấn nâng cao về SCAMP cấp 3 và đề xuất xây dựng phòng thí nghiệm lưu động phục vụ cho việc nâng cao tính bền vững của nền nông nghiệp hiện nay. Báo cáo được thực hiện trên cơ sở kết quả của hai dự án được tài trợ kinh phí nghiên cứu thực hiện từ chính phủ Úc: ACIAR SMCN 2002/085 và CARD VIE 009/06

Từ khóa: mặt hạn chế của đất, biện pháp quản lý đất, đất vùng cao, thành phần cơ giới, phát triển bền vững, SCAMP.

PHẦN 1: TẦM QUAN TRỌNG CỦA BỘ CÔNG CỤ SCAMP

1.1 Những vấn đề của sản xuất nông nghiệp vùng cao liên quan đến tài nguyên đất

Việc xóa đói giảm nghèo ở nông thôn sẽ không gặt hái được thành công trừ phi người nông dân có khả năng tiếp thu được những hệ thống nông nghiệp bền vững với lợi nhuận cao có kỹ thuật tiên tiến và các sản phẩm trí tuệ.

Việc quản lý các khu vực đất vùng cao bị thoái hóa để sản xuất nông nghiệp được xác định bởi chính phủ Việt Nam cũng là mối quan tâm hàng đầu của ACIAR. Tiêu biểu sức sản xuất của đất vùng cao bị thoái hóa này là rất thấp do một loạt những hạn chế về độ phì nhiêu của đất. Tại khu vực Tây Nguyên Việt Nam vùng đất bị thoái hóa thường là kết quả của việc đốn rừng làm nương rẫy “du canh du cư” của người dân tộc ít người. Những hệ thống nông nghiệp đầu tư thấp đi đôi với việc đất bị thoái hóa do xói mòn và chảy tràn chất dinh dưỡng dẫn đến tình trạng không an toàn về lương thực và sự nghèo đói ở vùng nông thôn. Những hệ thống nông nghiệp đầu tư cao không cần thiết đi đôi với yêu cầu siêu năng suất cũng gây nên sự suy thoái nguồn tài nguyên đất và đe dọa sự phát triển bền vững.

Nhận thấy những biện pháp canh tác không hợp lý, bốc lột dinh dưỡng trong đất hoặc bón không cân đối một số yếu tố dinh dưỡng là những nguyên nhân chính của việc làm cho đất bị thoái hóa, chính phủ Việt Nam đang có những chính sách khuyến khích định cư tại những làng xã và tiếp thu những hệ thống canh tác bền vững. Tuy nhiên, sự chọn lựa này phụ thuộc vào (a) kiến thức về những hạn chế về độ phì nhiêu của đất tại địa phương, (b) những chiến lược quản lý để nhằm vào những hạn chế này và (c) việc tuyên truyền và nhân rộng những chiến lược này đến hộ nông dân. Chỉ khi nào ba mục tiêu này được thực hiện thì sự an toàn lương thực ở mức độ làng xã mới được cải thiện.

Mạng lưới khuyến nông quốc gia đã có nhiều thành tựu to lớn trong việc chuyển giao kỹ thuật nông nghiệp như việc giới thiệu các giống cây trồng mới, các chiến lược quản lý sâu bệnh hại và đã được người nông dân chấp nhận rộng rãi thông qua các phương tiện thông tin và các khuyến cáo. Tuy nhiên khuyến nông viên đa số bị hạn chế các kiến thức cơ bản về khoa học đất do đó rất khó cho người nông dân có được những thông tin về việc quản lý đất bền vững từ cán bộ khuyến nông. Do đó, việc bồi dưỡng kiến thức về các vấn đề nêu trên cho các khuyến nông viên là một điều hết sức cần thiết.

Nhà nước cũng đã tiêu tốn rất nhiều tiền cho việc điều tra khảo sát đất, qui hoạch sử dụng đất theo tính thích nghi của cây trồng, v.v. Các thông số về đất được phân tích và thu thập như hàm lượng tổng số của các chất dinh dưỡng (P, K, Fe, v.v.). Tuy nhiên những dữ liệu về đất này mặc dù có nhiều nhưng chủ yếu nhằm phục vụ cho việc thực hiện bản đồ đất và phân loại đất. Thông tin về đất (hình thái phẫu diện, phân tích định tính) đã được thu thập qua các đợt điều tra khảo sát và hoạt động nghiên cứu thường không được sử dụng để xác định tiêu biểu những hạn chế của đất giới hạn tiềm năng sản xuất cây trồng cạnh thiếu cảm nang diễn giải kèm theo những ý kiến trợ giúp.

Hệ thống phát triển nông nghiệp bền vững là nền tảng cho sự phát triển nông thôn, điều này chỉ có thể đạt được là làm thế nào cho người nông dân có được kiến thức và sự nhận biết về các mặt hạn chế vốn dĩ của đất thông qua việc tiếp cận các biện pháp quản lý đất phù hợp. Có như thế chương trình ‘Tam Nông’: nông nghiệp, nông thôn và nông dân mới bền vững.

1.2 Mục tiêu

- diễn giải những dữ liệu cơ bản về đất hiện có dưới nội dung xác định những hạn chế đối với việc sản xuất lâu dài, và phát triển phương pháp quản lý thích hợp cho việc canh tác trên đất vùng cao ở mức độ xã,
- tạo điều kiện thuận lợi cho việc áp dụng rộng rãi phương pháp này bằng cách huấn luyện cán bộ khuyến nông của mạng lưới khuyến nông và nông dân tiên tiến, và
- sử dụng các kết quả từ thí điểm đất trong hoàn cảnh đặc biệt ở mức độ khu vực (huyện tỉnh hoặc lưu vực) thông qua việc sử dụng các kết quả khảo sát về đất.

1.3 Các nội dung thực hiện để đạt được những mục tiêu trên

- Cung cấp cẩm nang trợ giúp cho việc diễn giải các dữ liệu cơ bản của đất thành những mặt hạn chế đến sức sản xuất của đất và tổng hợp lại để đưa ra những biện pháp kỹ thuật quản lý thích hợp để duy trì sức sản xuất lâu dài của đất vùng cao.
- Đánh giá những mặt hạn chế chủ yếu của các loại đất chính vùng Tây Nguyên, Duyên hải Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ,
- Sử dụng dữ liệu đất đã được định vị và SCAMP để xây dựng các bản đồ hiểm họa thoái hóa đất, đánh giá hiểm họa và quản lý hiểm họa.
- Tổ chức các lớp tập huấn cho cán bộ khuyến nông và nông dân điển hình trong 3 vùng

1.4 Giới thiệu tóm tắt về dự án ACIAR SMCN/2002/085 và CARD VIE 09/06

Dự án ACIAR SMCN/2002/085 “*Sử dụng các dữ liệu cơ bản về đất để phát triển bền vững cho vùng đất cao ở Việt Nam và Úc*” đã xây dựng và thực hiện một quyết định hỗ trợ trọn gói (gọi tắt là “SCAMP”) để xác định các mặt hạn chế của đất cho việc sản xuất nông nghiệp bền vững ở tỉnh Gia Lai. So với các chương trình đánh giá đất khác, nét đặc trưng quan trọng của SCAMP là xem xét các đặc tính lý học ngoài đồng ruộng (vị trí canh quan, đất bị dẫm chặt, mức độ thấm và thoát nước, v.v) cũng như các đặc tính hóa học của đất hầu hết là được xác định ở ngoài đồng ruộng. Một trong các hoạt động của dự án ACIAR là đào tạo cán bộ khuyến nông tỉnh Gia Lai trong việc sử dụng SCAMP và hai mô hình thí nghiệm đồng ruộng đã được thực hiện để kiểm chứng việc cải thiện sức sản xuất của đất (năng suất bắp) và hiệu quả kinh tế (phân tích lợi nhuận ròng). Các kết quả thu được xuất phát từ các biện pháp quản lý SCAMP được so sánh với tập quán canh tác của người nông dân tại địa phương.

Dự án CARD VIE 09/06 “*Tăng cường năng lực của cán bộ khuyến nông trong việc đánh giá những mặt hạn chế của đất để sản xuất bền vững qua việc sử dụng hệ thống*”

các quyết định hỗ trợ SCAMP nhằm vào việc phổ biến và xây dựng nguồn năng lực cho cán bộ khuyến nông ba vùng Tây Nguyên, Duyên hải Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ.

PHẦN 2. BỘ CÔNG CỤ SCAMP

2.1 Định nghĩa SCAMP

Bộ công cụ trọn gói về việc quản lý các mặt hạn chế của đất (Soil Constraints and Management Package) gọi tắt là SCAMP đã được thiết lập và được xem như một tổ hợp các quyết định hỗ trợ cho việc quản lý đất bền vững cho từng mảnh ruộng, hộ gia đình hay ở mức lưu vực. SCAMP sử dụng các dữ liệu cơ bản về hình thái, hoá tính và lý tính của đất mà trước tiên là để xác định các hạn chế thuộc về bản chất của đất đến hiệu quả sử dụng đất lâu dài và sau đó đưa ra các biện pháp quản lý. Từ đó làm thay đổi hoặc hạn chế đến mức thấp nhất các tác hại của các mặt hạn chế này đến sức sản xuất của đất.

Tiềm năng độ phì nhiêu đất FCC của Sanchez và cộng tác viên (1981 và 2003) đặt nền tảng trên những vấn đề như sau:

- Xem xét các đặc tính cơ bản của đất trên phạm vi rộng lớn để xác định các mặt hạn chế của nó đến sức sản xuất của đất.
- Sử dụng các phương pháp mô phỏng để suy ra các đặc tính cốt lõi của đất,
- Và bao gồm cả việc đánh giá về mặt thời gian hướng chảy và dòng chảy của nước để xác định các rủi ro của việc di chuyển và tích tụ các chất dinh dưỡng.

SCAMP được Tiến sĩ Phil Moody và Tiến sĩ Phan Thị Công (2007, 2008) xây dựng dựa theo khung FCC trên và được bổ sung phần diễn giải biện pháp kỹ thuật quản lý theo những kết quả nghiên cứu đã được các tác giả thực hiện và của một số tác giả khác trong đó phân chia ra các cấp thông số về những đặc tính đất phù hợp với hiện trạng vùng nhiệt đới và phù hợp với từng đối tượng sử dụng.

SCAMP có thể kết nối với Hệ thống Thông tin Địa lý (GIS) để tạo ra các loại bản đồ đánh giá các tác động và rủi ro.

2.2 Các cấp độ của SCAMP

Tùy thuộc vào các đặc tính cốt lõi của đất có sẵn, SCAMP có thể được ứng dụng ở 3 Cấp (Bảng 1). Cấp 1 chỉ sử dụng các quan sát đất tại các điểm khảo sát, việc quan sát và đánh giá này được thực hiện bằng cách đào phẫu diện đơn giản ngoài đồng ruộng. Cấp 2 sử dụng các chỉ tiêu quan sát ngoài đồng và một vài chỉ tiêu đánh giá đơn giản trên đồng ruộng. Cấp 3 sử dụng toàn bộ các chỉ tiêu quan sát ở Cấp 1, 2 và chẩn đoán các chỉ tiêu phân tích trong phòng phân tích. Các chiến lược quản lý đất được suy ra từ việc đánh giá SCAMP sẽ trở nên dễ hiểu hơn, nếu việc ứng dụng các Cấp trong SCAMP thực hiện theo từng bước từ Cấp 1 đến Cấp 3.

Việc phân cấp SCAMP thành 3 cấp này cũng nhằm mục đích phù hợp với trình độ của người sử dụng: từ thấp đến cao, từ người nông dân đến cán bộ khuyến nông và nhà nghiên cứu. Ngoài ra việc phân cấp SCAMP thành 3 cấp này cũng dựa trên khả năng có sẵn của trang thiết bị cần thiết: từ biện pháp quan sát đồng ruộng với dụng cụ thô sơ đến những dụng cụ cầm tay nhỏ, rẻ tiền và đến các trang thiết bị hiện đại đòi hỏi phải có phòng thí nghiệm và con người sử dụng cùng khả năng diễn giải dữ liệu.

Bảng. 1 Các thuộc tính đã được xác định cho các Cấp ứng dụng trong SCAMP.

Phân cấp SCAMP	Các thuộc tính
Cấp 1	Thành phần cơ giới, Màu sắc, cấu trúc và độ chặt của đất. Mức độ thoát và thấm nước. Độ dốc, dấu hiệu của xói mòn Tầng dể dẹt chặt.
Cấp 2	Bao gồm các thuộc tính của Cấp 1 và các chỉ tiêu pH, độ dẫn điện (EC), mức độ phân tán sét, tốc độ thấm nước đo ngoài đồng ruộng.
Cấp 3	Bao gồm các thuộc tính của Cấp 1 và 2 và các chỉ tiêu phân tích trong phòng thí nghiệm: carbon hữu cơ, khả năng đệm pH, khả năng đệm của lân và khả năng trao đổi cation hữu hiệu (ECEC) của đất.

2.3 Tầm quan trọng của thành phần cơ giới

Khi thảo luận về đất trồng, các câu hỏi thường được đặt ra là đất của tôi tốt hay xấu? có thể trồng được cây gì? Cần bón bao nhiêu phân? Ít ai quan tâm hoặc có đủ hiểu biết để đặt ra những câu hỏi là đất tốt có những khiếm khuyết gì cần phải bổ sung chỉnh sửa.

Đối với đất trồng, các thuộc tính của chúng bao gồm hai loại: những đặc tính cố hữu rất khó/chậm thay đổi như thành phần cơ giới và những thuộc tính có thể thay đổi theo điều kiện ngoại cảnh và có thể điều chỉnh được. Vì vậy những thuộc tính cố hữu và khó thay đổi được chọn làm thuộc tính chủ đạo, cần quan tâm trước hết.

Thành phần cơ giới là tỷ lệ của các cấp hạt cát, thịt và sét ở trong đất. Thành phần cơ giới đất có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng giữ nước, đến thể tích các tế không và sự thông thoáng của đất, sự vận chuyển nước trong đất, sự dể chặt làm ngăn cản sự phát triển của bộ rễ, khả năng giữ và cung cấp các chất dinh dưỡng và kháng lại sự chua hóa của đất (khả năng đệm pH của đất). Vì vậy thành phần cơ giới là thông số biểu hiện cốt lõi của các đặc tính đất liên quan đến độ phì thực tế của đất.

Bảng 2. Mối tương quan giữa thành phần cơ giới với sự sinh trưởng của của bộ rễ, đất bị dỉ chặt và lượng nước hữu hiệu cho cây trồng.

Thành phần cơ giới	Diễn giải
Cát	Tốc độ thấm nước nhanh, lượng nước hữu hiệu cho cây trồng thấp và khả năng kháng lại sự sinh trưởng của bộ rễ rất thấp.
Thịt pha cát	Không hạn chế sự sinh trưởng của bộ rễ, cơ giới hóa trong việc làm đất rất dễ tạo thành tầng dỉ chặt, có thể bị đóng văng bề mặt, tốc độ thấm nước và cung cấp nước hữu hiệu cho cây trồng ở mức trung bình.
Thịt	Không hạn chế sự sinh trưởng của bộ rễ, cơ giới hóa trong việc làm đất có thể tạo thành tầng dỉ chặt, tốc độ thấm nước và cung cấp nước hữu hiệu cho cây trồng ở mức trung bình.
Thịt nặng	Không hạn chế sự sinh trưởng của bộ rễ, cơ giới hóa trong việc làm đất có thể tạo thành tầng dỉ chặt, tốc độ thấm nước tương đối chậm và cung cấp nước hữu hiệu cho cây trồng ở mức trung bình.
Thịt pha sét	Không hạn chế sự sinh trưởng của bộ rễ, cơ giới hóa trong việc làm đất có thể tạo thành tầng dỉ chặt, khả năng cung cấp nước hữu hiệu cho cây trồng khá cao.
Sét	Thường xuyên hạn chế sự sinh trưởng của bộ rễ, cơ giới hóa trong việc làm đất rất dễ tạo thành tầng dỉ chặt, việc di chuyển nước trong đất bị hạn chế và dẫn đến việc đất bị ngập úng định kỳ, khả năng cung cấp nước hữu hiệu cho cây trồng khá cao.
Sét nặng	Hạn chế rất lớn đến sự sinh trưởng của bộ rễ, dễ tạo thành tầng dỉ chặt, khả năng thoát nước rất chậm và rất dễ bị ngập úng.

Các thông tin chi tiết có liên quan đến đất bị dỉ chặt, tham khảo tài liệu của McGarry (1993).

Bảng 3. Các giá trị biểu thị cho các đặc tính vật lý nước của đất dựa vào thành phần cơ giới (Saxton và cộng tác viên, 1986; www.pedosphere.com/resources/texture/).

Thành phần cơ giới	Độ ẩm cây héo (cm^3 nước/ cm^3 đất)	Độ ẩm đồng ruộng (cm^3 nước/ cm^3 đất)	Dung trọng ($\text{Tấn}/\text{m}^3$)	Độ ẩm bão hoà (cm^3 nước/ cm^3 đất)	Độ dẫn nước bão hoà ($\text{mm}/\text{giờ}$)	Lượng nước hữu hiệu (cm^3 nước/ cm^3 đất)
Cát	0,06	0,12	1,72	0,35	8,84	0,07
Thịt pha cát	0,11	0,21	1,50	0,43	1,33	0,10
Thịt	0,13	0,26	1,41	0,47	0,87	0,14
Thịt nặng	0,11	0,29	1,41	0,47	1,87	0,18
Thịt pha sét	0,19	0,33	1,31	0,51	0,27	0,14
Sét	0,31	0,44	1,23	0,54	0,16	0,13

2.4 Các ký hiệu về các mặt hạn chế theo SCAMP

Việc phân cấp SCAMP của một loại đất bao gồm phân loại thành phần cơ giới và rồi đưa ra các ký hiệu cho việc nhận biết các mặt hạn chế của nó.

2.4.1 Phân loại thành phần cơ giới

Phân loại: Thành phần cơ giới của tầng canh tác hoặc tầng đất mặt 20 cm nếu như tầng canh tác cạn hơn 20 cm:

S = Cát ở tầng đất mặt

L = Thít ở tầng đất mặt

C = Sét ở tầng đất mặt

O = Các loại đất có hàm lượng chất hữu cơ cao

Phân loại tầng dưới: Thành phần cơ giới của tầng dưới:

Chỉ sử dụng nếu như độ sâu trong vòng 50 cm có dấu hiệu của sự thay đổi về thành phần cơ giới so với tầng mặt hoặc nếu có xuất hiện tầng dỉ chặt giữa tầng mặt và tầng dưới:

SL = Thít pha cát

SC = Sét pha cát

LC = Sét pha thít

SR, LR hoặc CR = cát, thít hoặc sét có trộn lẫn với đá hoặc là có lớp cứng hạn chế sự sinh trưởng của bộ rễ.

2.4.2 Các hạn chế về tính thoát nước

g = (đỏm ri) đất bị ngập nước tạm thời hoặc theo mùa

g^{\wedge} = đất bị ngập nước kéo dài

2.4.3 Các hạn chế về pH đất và độ chua

a = ngộ độc Al

a^{\wedge} = hạn chế về ngộ độc Al đối với các loại cây trồng rất mẫn cảm với độ chua

ar = hiểm họa của sự chua hoá đất: thấp, trung bình hoặc cao

b = đất kiềm

2.4.4 Các hạn chế về cation trong đất

e = đất giữ dinh dưỡng thấp

s = đất mặn

s^{\wedge} = đất nhiễm mặn

n = đất mặn do Na

n^{\wedge} = đất nhiễm mặn do Na

k = đất có khả năng dự trữ K thấp

2.4.5 Các hạn chế về sự phân tán sét

i = đất cố định lân cao

i[^] = đất cố định lân rất cao

v = đất có các đặc tính vertic (nứt nẻ)

om = hàm lượng carbon hữu cơ trong đất: thấp, trung bình hoặc cao

geric = đất có đặc tính geric

2.4.6 Các hạn chế về địa hình

er = tác động của xói mòn: thấp, trung bình, cao, rất cao hoặc quá cao

gravel = đất có sỏi: ít sỏi, nhiều sỏi, đất sỏi (rất nhiều sỏi)

2.4.7 Các hạn chế về cấu trúc đất

hs = đất bị đóng váng bề mặt

comp = đất có tầng dí chặt

2.5 Diễn giải các thuộc tính và các mặt hạn chế theo SCAMP

Việc phân loại các hạn chế SCAMP liệt kê loại thành phần cơ giới (kể cả thành phần cơ giới ở các tầng dưới nếu có thể ứng dụng được) bằng các chữ viết tắt in hoa và các mặt hạn chế khác bằng các chữ viết tắt thường. Ở những chỗ có sự phân cấp đến một mặt hạn chế nào đó (ví dụ: xói mòn, được viết tắt là *er*), thì sự phân cấp đó được đặt trong dấu ngoặc đơn đứng ngay sau mặt hạn chế đó [ví dụ: *er (thấp)*].

Ví dụ như nhiều loại đất thuộc nhóm đất Ferralsols (đất đỏ và đất nâu đỏ trên bazan) các ký hiệu thường được viết như sau: ***C a i er (thấp)*** (có nghĩa là đất có chứa hàm lượng sét cao, bị độc tố của nhôm, cố định lân cao và bị tác động của xói mòn thấp). Hoặc nhiều loại đất trong nhóm đất Vertisols thường có các ký hiệu như: ***C d v b er (thấp)*** (có nghĩa là đất có chứa hàm lượng sét cao, đất bị nứt nẻ, đất kiềm và bị tác động do xói mòn thấp). Trong khi đó, đối với loại đất Fluvisols trẻ, độ phì nhiêu không bị hạn chế có ký hiệu phân cấp đơn giản như là *L* (đất thịt mùn). Đối với đất Acrisols (đất xám) trên những vùng đất dốc có thành phần cơ giới ở tầng đất mặt là thịt nhẹ, đóm rì, có tầng dí chặt thì và bị tác động của xói mòn cao, các ký hiệu phân cấp sẽ là ***LR g er(cao) comp***.

Ngoài ra, còn nhiều mặt hạn chế khác có thể được xác định nếu các số liệu phân tích trong phòng thí nghiệm ở SCAMP Cấp 3 là được thực hiện cho điểm điều tra. Sự thiếu vắng các mặt hạn chế được cho là đất không có các vấn đề nghiêm trọng, mà chỉ có thể là thiếu đạm.

Vì thành phần cơ giới có tầm quan trọng không chế các tính chất khác của đất, việc diễn giải về thành phần cơ giới đất được trình bày dưới đây. Để tìm hiểu chi tiết về sự diễn giải các thuộc tính còn lại, xin vui lòng tham khảo tài liệu :

1. Tài liệu tập huấn SCAMP cấp 1 và cấp 2. (Moody và Công, 2007)
2. Soils Constraints and Management Package for tropical soils. ACIAR monograph 130. (Phil Moody and Phan Thi Cong, 2008)

Diễn giải về thành phần cơ giới đất

- S:** tốc độ thấm nước nhanh; khả năng giữ nước cho cây trồng thấp; tình trạng cây con bị héo có thể xảy ra bởi vì bề mặt đất khô rất nhanh; duy trì thảm phủ bề mặt để làm giảm nguy cơ xói mòn do gió; giới hạn khả năng cung cấp chất dinh dưỡng; các loại cây trồng cần được giám sát đối với hiện tượng thiếu các chất dinh dưỡng; các chất dinh dưỡng dư thừa trong đất dễ bị rửa trôi, thấm sâu vào trong tầng đất nhất là đối với nitrat, kali và lưu huỳnh.
- L:** tốc độ thấm nước trung bình; khả năng giữ nước hữu hiệu cho cây trồng ở mức trung bình; dễ bị dí chặt; chỉ gieo trồng khi đất khô hơn so với ngưỡng hạn chế dính dẽo; các loại thành phần cơ giới như thịt pha cát mịn và thịt trung bình có thể dễ bị xói mòn do nước.
- C:** tốc độ thấm nước chậm; khả năng giữ nước cho cây trồng ở mức trung bình đến cao; dễ bị ảnh hưởng của chảy tràn bề mặt nếu như ở các vùng đất dốc; khó khăn trong việc canh tác; ngăn ngừa đất bị dí chặt; chỉ canh tác khi đất khô hơn so với ngưỡng giới hạn dính dẽo. Khi mặt hạn chế *i* được cải thiện, việc canh tác trên các loại đất (*Ci*) này dễ dàng hơn, đất có tốc độ thấm nước cao và khả năng giữ nước hữu hiệu cho cây trồng ở mức thấp.
- O:** cần có các hệ thống tiêu nước nhân tạo để cho sự thoát nước tốt hơn; hiện tượng lún sẽ xảy ra; loại đất này có thể thiếu các nguyên tố vi lượng (Cu, Mo, B, Zn và Mn); phun phân bón lá để bổ sung vi lượng; thường có nhu cầu về hàm lượng thuốc trừ cỏ cao; và các loại đất có thể có mức độ khoáng hóa đạm cao.
- SC, LC, SR, LR, CR:** đất dễ bị thoái hoá nếu xói mòn làm giảm độ dày lớp đất mặt hoặc để lộ ra tầng đất phía dưới; công việc chống xói mòn cần được ưu tiên hàng đầu.
- Nếu nằm ở vị trí địa hình thấp thì các loại đất này thường bị úng nước định kỳ do mực nước ngầm nông.
- Đặc biệt là đối với các loại đất có ký hiệu S, bộ rễ sẽ bị hạn chế ở tầng đất mặt và cây trồng dễ gây ra hiện tượng thiếu nước vào các giai đoạn khô hạn và cũng có thể bị thiếu các chất dinh dưỡng do độ sâu của bộ rễ bị hạn chế.

PHẦN 3. ĐIỀU TRA KHẢO SÁT VÀ THIẾT LẬP BẢN ĐỒ ĐÁNH GIÁ MẶT HẠN CHẾ VÀ HIỂM HỌA

Bản đồ về dinh dưỡng đất sẽ giúp cho việc quản lý đất của địa phương sẽ hiệu quả hơn. Trên cơ sở đó, đề tài đã tiến hành khảo sát và xây dựng bản đồ độ phì đất.

Việc khảo sát đánh giá độ phì đất được thực hiện chủ yếu trên 2 nhóm đất: đất đỏ và đất xám tại 2 huyện Chư Pah và Dak Pơ, tỉnh Gia Lai. Quá trình khảo sát đất phân bố ở nhiều loại cây trồng khác nhau như bởi lời, cà phê, cao su, điều, khoai mì, bắp, cây ăn trái và cả những vùng đất trống đồi trọc. Để đánh giá một số đặc tính lý hóa đất, các thông số đã được thu thập có liên quan đến độ thấm nước, pH_{H_2O} , nhôm trao đổi, carbon hữu cơ, lân dễ tiêu (phương pháp Olsen) và chỉ số độ đệm lân (PBI). Các thông số này được thu thập thông qua các khảo sát ngoài đồng và phân tích mẫu đất từ các hố phẫu diện thu nhỏ minipit.

3.1 Bản đồ khảo sát đất đỏ (Ferralsols) huyện Chư Pah tỉnh Gia Lai

Tổng số có 18 điểm được khảo sát, tương ứng với 18 minipit. Nhìn chung, tốc độ thấm nước theo SCAMP là khá nhanh (cấp 3) và rất ít mẫu có độ thấm nước trung bình (cấp 2). Độ chua của đất, pH biến thiên từ thấp đến trung bình (từ 4.0 đến 5.0). Hàm lượng nhôm trao đổi từ thấp đến khá cao, phần lớn $<1.5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Hàm lượng carbon hữu cơ, phần lớn biến thiên trong khoảng 1-2,5%. Hàm lượng lân dễ tiêu (Olsen P) từ trung bình đến khá, một số điểm có hàm lượng lân dễ tiêu đến hơn 60 ppm. Chỉ số độ đậm lân (PBI) có độ biến thiên khá rộng từ trung bình đến rất cao (Bản đồ 1, 2).

3.2 Bản đồ khảo sát đất xám (Acrisols) huyện Dak Pơ tỉnh Gia Lai

Tổng số có 22 điểm được khảo sát, tương ứng với 22 minipit. Khảo sát đất chủ yếu trên các loại cây trồng như bắp, khoai mì, mía, chuối, và đất hoang. Tốc độ thấm nước khá nhanh (cấp 3) so với nhóm đất đỏ huyện Chư Pah. Đa số $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ khá cao (lớn hơn 5.5), tuy nhiên nhôm trao đổi rất thấp $<1.0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Ngược lại với đất đỏ huyện Chư Pah, hàm lượng carbon hữu cơ và lân dễ tiêu chỉ ở mức thấp đến trung bình. Theo SCAMP chỉ số độ đậm lân (PBI) phần lớn chỉ ở mức trung bình (Bản đồ 3, 4)

3.3 Khảo sát đất và những mặt hạn chế của đất tại 3 vùng

3.3.1 Các tỉnh vùng Đông Nam bộ

a) Diện tích phân loại

Vùng Đông Nam Bộ có 9 nhóm đất chính (bảng 4) với 2 loại đất xám và đất đỏ là hai nhóm đất chính chiếm 75% tổng diện tích đất cả vùng

Bảng 4. Những nhóm đất chính ở vùng Đông Nam Bộ, Việt Nam
(Nguồn: Phạm Quang Khánh, 1997)

STT	Nhóm đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Ferralsols	1,018,786	43
2	Acrisols	744,652	32
3	Đất phèn	170.445	7
4	Đất đen	99.100	4
5	Alluvial soils	87.218	3
6	Colluvial soils	53.882	2
7	Đất cát	28.058	1
8	Leptosols	13.195	0.6
9	Saline soils	2.500	0.1

Đất đỏ Ferralsols là loại đất có tính chất vật lý tốt nhưng lại có độ phì hóa học nghèo. Loại đất này rất quan trọng đối với cây trồng lâu năm như tiêu, cao su, cây ăn quả, điều và cây cà phê.

Diện tích nhỏ đất xám nằm ở vùng có độ cao thấp do đó hầu hết diện tích này được sử dụng để trồng lúa. Những diện tích đất ở vùng cao thuộc Đông Nam Bộ thường

sử dụng cho canh tác các cây trồng lâu năm (cao su, cà phê, điều, mía) và cây trồng thường niên như sắn, đậu phộng, bắp và rau quả

Đất phèn xuất hiện tại vùng có địa hình thấp gần Thành phố Hồ Chí Minh. Một vài cây trồng như cây bạch đàn, dừa, mía và lúa trồng được trên đất này

Đất đen chỉ có ở tỉnh Đồng Nai trên vùng có tồn tích từ basal và ở Tây Ninh trên địa hình bằng phẳng

b) Những mặt hạn chế của đất trong vùng

Hầu hết các loại đất vùng Đông Nam Bộ có tính chua, hàm lượng carbon hữu cơ và khả năng trao đổi cation thấp. Một số mặt hạn chế của đất liên quan đến sản xuất nông nghiệp sẽ được thảo luận trong 2 nhóm đất chính: đất đỏ và đất xám

Đất đỏ

Những mặt hạn chế chính được xác định trên đất đỏ trong vùng là tính chua (a), khả năng giữ dinh dưỡng thấp (e) và khả năng cố định lân cao (i). Không giống như đất đỏ ở vùng Tây Nguyên, đặc tính về điện tích biến đổi (geric) không tồn tại trong đất đỏ vùng Đông Nam bộ. Điều này có thể được lý giải là do vật chất basal vùng Đông Nam bộ trẻ hơn do vậy đất ít ẩm ướt hơn so với đất basal ở Tây Nguyên. Thoát nước là đặc tính thường thấy nhất trong dòng chảy nhưng chảy tràn bề mặt là một vấn đề nghiêm trọng ở đất đỏ trong vùng địa hình dốc hơn là địa hình bằng phẳng ở vùng Tây Nguyên

Đất xám

Diện tích lớn đất xám của vùng được sử dụng cho trồng mía, trong đó Tây Ninh chiếm diện tích trồng mía lớn nhất. Những tính chất đất ở một số vùng trồng mía được trình bày ở bảng 5

Bảng 5. Đặc tính đất vùng trồng mía ở tỉnh Tây Ninh

(Nguồn: Trung tâm nghiên cứu và Phát triển Mía Đường, Viện KHKT NNMN)

STT	pH KCl	C hữu cơ (%)	N tổng số (%)	P Olsen (mg/100g)	K ⁺ trao đổi (cmol _c .kg ⁻¹)	Ca ²⁺ trao đổi (cmol _c .kg ⁻¹)	Mg ²⁺ trao đổi (cmol _c .kg ⁻¹)	CEC (cmol _c .kg ⁻¹)
1	4.43	1.33	0.076	1.4	0.03	0.9	0.5	3.4
2	4.47	1.30	0.067	1.4	0.04	1.0	0.6	4.0
3	5.06	1.35	0.097	1.2	0.06	1.2	0.8	3.5
4	3.87	1.33	0.052	1.9	0.03	0.6	0.2	3.8
5	4.47	1.48	0.120	1.8	0.38	3.0	1.4	7.0
6	4.63	1.43	0.109	2.6	0.50	3.2	2.8	7.7
7	4.45	1.48	0.086	1.1	0.15	1.2	1.0	6.4
8	4.55	1.53	0.084	0.8	0.07	1.1	0.9	4.8
9	3.98	1.38	0.098	0.4	0.05	0.5	0.3	3.8
10	4.13	1.38	0.081	0.4	0.06	1.1	0.7	3.8
11	4.12	1.32	0.083	0.4	0.09	1.0	0.6	3.6
12	4.01	1.38	0.072	1.2	0.04	0.8	1.0	2.6
13	3.85	1.33	0.045	0.1	0.03	0.7	0.5	3.7
14	4.16	1.28	0.067	0.6	0.10	0.6	1.2	3.7
15	4.06	1.28	0.063	0.8	0.04	0.6	0.2	3.0
16	4.00	2.76	0.116	0.8	0.03	0.5	0.3	5.5
17	4.07	2.86	0.073	0.7	0.03	0.6	0.3	6.0

Số liệu ở bảng 5 cho thấy đất có tính chua. Chất hữu cơ trong đất nhìn chung cao hơn so với các loại đất xám khác có thể là do sự tái sinh của tàn dư từ rễ cây khi cây mía tương chồi và biện pháp thông thường là biện pháp làm đất tối thiểu (Phan Thị Công, 1997). Đất này có khả năng trao đổi cation và độ bão hòa base kém

Các thông tin bổ sung vào đánh giá những mặt hạn chế của đất xám được trình bày trong dự án “Phát triển nền nông nghiệp bền vững trên đất vùng cao Nam Việt Nam” (IAS-KUL, 1998). Các mặt hạn chế thường gặp nhất là mức chất hữu cơ tương đối thấp, khả năng giữ K thấp đặc biệt là lớp đất mặt và các vấn đề thuộc về lý tính đất gồm sự khô cứng bề mặt và sự nén của đất. Một vài vị trí trở nên xấu đi khi tính thoát nước bị ngăn lại dẫn đến ngập úng và tạo thành hồ nước. Việc lọc sắt trong đất để lại màu xám nguyên thủy trên phần diện trên nhiều loại đất xám trong vùng. Thêm vào đó, đất sét đỏ ở tầng bên dưới đe dọa tính bền vững của những đất này do sự di chuyển đi lên của oxid Fe/hydroxid Fe là hệ quả của việc mao dẫn kết hợp với sự bốc thoát hơi nước cao. Đặc tính nén chặt của đất gần bề mặt là mặt hạn chế phổ biến.

c) Tính thích nghi của đất đối với một số cây trồng cận chủ yếu được các nông hộ nhỏ trồng.

Đánh giá SCAMP trên đất đỏ và đất xám đã xác định một số mặt hạn chế của đất đến sức sản xuất của cây trồng. Một số mặt hạn chế này có ảnh hưởng đến khả năng sản xuất của cây trồng, không kể đến cây được trồng, bao gồm: tính xói mòn (*er*), khả năng trao đổi cation thấp (*e*), khả năng cố định P cao (*i*), hàm lượng carbon hữu cơ thấp (*om*), thiếu hụt K (*k*), và đặc tính khô cứng bề mặt (*hs*). Tuy nhiên, các cây trồng có tính chống chịu khác nhau đối với những mặt hạn chế khác như tính thoát nước và độ chua, trong khi thuộc tính của loại đất đặc trưng hay mặt hạn chế có thể là yếu tố giới hạn chủ yếu đến sức sản xuất của một loại cây trồng nhất định, nó có thể đưa ra mức giới hạn thứ yếu đối với cây trồng khác. Theo FAO (1976) khung đánh giá đất sử dụng 5 lớp để phân loại sự thích ứng cho mỗi đơn vị đất/địa hình đặc thù trồng những cây trồng riêng biệt (Bảng 5). Nhằm tạo thuận lợi trong việc sử dụng SCAMP trong vấn đề này, mỗi thuộc tính/mặt hạn chế đất được xác định trên đất đỏ và đất xám đã được định giá theo những ảnh hưởng của chúng đến sản xuất bền vững của những cây trồng chính được hộ nông dân trồng ở qui mô sản xuất nhỏ vùng Đông Nam Bộ (Bảng 6). Các mức đánh giá dựa theo thông tin đối chiếu của các tác giả Williams (1975), Landon (1984), Page (1984), Schaffer và Andersen (1994), Robinson (1996) và Dierolf và cộng sự (2001).

Bảng 6. Phân lớp thích hợp của đất (nguồn: FAO 1976)

Lớp thích hợp	Tiêu chuẩn	Mô tả
1	Thích hợp cao	Đất thích hợp cho sự phát triển bền vững của cây trồng mà không cần các biện pháp cải tạo.
2	Thích hợp trung bình	Đất thích hợp cho sự phát triển bền vững của cây trồng nếu có áp dụng các biện pháp cải tạo ở mức tối thiểu (Ví dụ: bón vôi, lên liếp để cải thiện

- quá trình thoát nước tại chỗ).
- 3 Ít thích hợp Đất chỉ có thể thích hợp cho phát triển cây trồng nếu các biện pháp cải tạo những giới hạn chính được thực hiện.
- 4 Không thích hợp hiện nay Đất không thích hợp cho sản xuất cây trồng

Bảng 7. Các cấp thích hợp của các thuộc tính/hạn chế của đất ảnh hưởng đến sản lượng một số loại cây trồng đặc biệt.

	Chẩn đoán SCAMP	Bấp	Mía	Đậu phộng
Thành phần cơ giới	<i>S</i>	2	2	2
	<i>L</i>	1	1	1
	<i>C</i>	1	1	3
	<i>O</i>	3	3	3
Mức độ Thoát nước	1 (g)	4	4	4
	2 (g')	4	3	3
	3	3	2	3
	4	1	1	2
	5	1	1	1
	6	1	1	1
Độ dốc (%)	0-2	1	1	1
	2-5	1	1	1
	5-10	2	2	2
	>10	3	2	3-4
pH đất	<i>a'</i>	2	1	1
	<i>a</i>	3	2	2
Khả năng chịu hạn		L	L	M
Vùng hấp thu dinh dưỡng/nước (cm)		80-100	>100	50-100
Nhu cầu dinh dưỡng		Nhu cầu N K cao	Nhu cầu N cao	Vùng cố định Ca

3.3.2 Các tỉnh Duyên hải Nam Trung bộ

a) Diện tích phân loại

Vùng Bờ Biển Trung bộ Việt Nam (bao gồm nhưng bờ biển phía Bắc và Nam Trung Bộ) có những dạng đất chính gồm: đụn cát (Arenosols), đất phù sa (Fluvisols-FL), đất xám thoái hóa (Acrisols-AC), đất cát (Salic Fluvisols-FLs), đất nâu xám khô cằn (Lixisols-LX), đất đỏ vàng (Ferralsols – FĐ), đất mùn (Humic Acrisols – AC và Alisols – AL), và đất bị xói mòn (Leptosols). Những vùng phân bố đất được mô tả ở bảng 8.

Bảng 8. Qui mô các nhóm đất tại vùng biển Trung Bộ Việt Nam (bao gồm bờ biển Bắc và Nam Trung Bộ)

Nhóm đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1. Arenosols	486,542	5.1
2. Salic Fluvisols	128,927	3.8
3. Thionic Fluvisols	35,991	0.4
4. Fluvisols	921,684	9.6
5. Histosols	4,077	<0.1
6. Acrisols	481,016	5.0
7. Lixisols	39,927	0.4
8. Luvisols	29,057	0.3
9. Ferralsols & Acrisols	6,418,811	67.0
10. Humic Ferralsols	60,9388	6.4
11. Humic Alisols	2,189	<0.1
12. Gleysols	38,124	0.4
13. Leptosols	171,132	1.5
Tổng số	9,366,865	100.0

(Nguồn: Võ Linh và cộng tác viên, 2004)

Tổng diện tích đất vùng biển Nam Trung Bộ, khoảng 19% thích hợp cho nông nghiệp (trong số đó khoảng 21% được sử dụng để trồng trọt), 39% là đất rừng và 35% là đất bỏ hoang, sông và suối

b) Diện tích cây trồng

Dữ liệu thống kê nông nghiệp được sử dụng nhằm xác định những loại cây trồng chính của những hộ nông dân sản xuất nhỏ trên vùng Duyên Hải Nam Trung Bộ. Diện tích cây trồng được trình bày ở bảng 4. Những loại cây trồng ở hộ nông dân sản xuất nhỏ phổ biến là lúa, bắp, khoai mì, mía và đậu phụng. Nhìn chung, dừa, điều và cao su là những cây trồng có giá trị thương mại.

Bảng 9. Diện tích cây trồng của vùng Duyên Hải Nam Trung Bộ

Cây trồng	Diện tích (ha)
Lúa	540000
Bắp	41300
Khoai mì	?
Mía	71067
Cà phê	5196
Đậu phụng	?
Tiêu	988
Bông vải	1787
Cao su	?
Điều	32426
Dừa	?

c) Một số hạn chế và công tác quản lý cho sản xuất nông nghiệp bền vững

Một số hạn chế chung đến sức sản xuất được xác định ở vùng biển Nam Trung Bộ:

- Nhìn chung các nhóm đất nghèo dinh dưỡng và chua (khả năng giữ nước và dinh dưỡng kém);
- Hạn hán thường xảy ra do lượng mưa không ổn định và tốc độ bốc hơi nước nhanh vào mùa khô;
- Xói mòn do nước và gió nguyên nhân của địa hình dốc và che phủ bề mặt ít;
- Thoái hóa đất và sa mạc hóa khá phổ biến ở tỉnh Quảng Ngãi và Bình Định;
- Lũ thường xảy ra vào mùa mưa;
- Sự xâm lấn của cát vào nội địa là nguyên nhân của gió lớn và bề mặt che phủ kém;

Bảng 8 cho thấy nhóm đất Ferralsols, Acrisols, Arensols và Fluvisols chiếm tỷ lệ lớn nhất ở vùng biển Trung Bộ. Những mặt hạn chế và chiến lược quản lý đất Ferralsols và Acrisols ở Cao Nguyên Trung bộ đã được thảo luận ở phần 1 của các báo cáo này (Moody và Cong 2008), những hạn chế và chiến lược này có thể sẽ thích hợp đối với đất Ferralsols và Acrisols thuộc vùng biển Trung Bộ. Do đó, báo cáo này sẽ đề cập đến những mặt hạn chế và chiến lược quản lý đất Arensols và Fluvisols.

Trong phần đánh giá về giới hạn những nhóm đất của tỉnh Bình Thuận, Moody và cộng tác viên (2005) đã xác định một số hạn chế của nhóm đất cát (Arenosols) và nhóm đất phù sa (Fluvisols) (Bảng 10).

Bảng 10. Các ký hiệu SCAMP cho 4 mẫu đất cát và 5 mẫu đất phù sa tỉnh Bình Thuận, Việt Nam. Số lượng mẫu của từng thuộc tính được đặt trong ngoặc đơn.

Thuộc tính	Đất cát	Đất phù sa
Sa cấu	S (4)	L (1); C (4)
Chiều hướng di chuyển của nước	Thoát nước (4)	Thoát nước + chảy tràn (1); Chảy tràn/ đọng nước (4)
Độ chua	Tầng mặt a (1)	Tầng mặt a (2)
Nguy cơ axit hóa	ar (cao) (2); ar (rất cao) (2)	ar (thấp) (3); ar (trung bình) (2)
Khả năng giữ dinh dưỡng thấp	e (4)	e (1)
Thuộc tính	Đất cát	Đất phù sa
Carbon hữu cơ thấp	Om (3)	
Dự trữ kali thấp	Bề mặt k (4)	Bề mặt k (3)
Chặt chẽ		hs (4)
Nén chặt	Comp (4)	

Những đánh giá này cho thấy rằng sa cấu cát chiếm ưu thế trong nhóm đất Arenosols, với hàm lượng chất hữu cơ, CEC thấp, và nguy cơ axit hóa từ cao đến rất cao. Tình trạng kali thấp. Những đường di chuyển của nước là do quá trình tiêu thoát nước. Nén chặt là nhược điểm của đất Arenosols phần lớn là cát (20-200 um).

Sa cấu sét chiếm ưu thế trong nhóm đất phù sa. Tùy thuộc độ dốc, chảy tràn hoặc đọng nước là đường di chuyển nước chính. Đặc tính chua thí không phổ biến ở nhóm đất này. Khả năng dự trữ kali thấp và đóng ván bề mặt thường xảy ra trên nhóm đất này.

d) Sự thích hợp của đất cho những cây trồng chính ở những nông hộ sản xuất nhỏ

Những đánh giá SCAMP của nhóm đất cát và đất xám (Phần 4 bên trên) đã xác định nhiều mặt hạn chế về đất đến khả năng sản xuất của đất. Một số mặt hạn chế ảnh hưởng đến sức sản xuất cây trồng, bất chấp loại cây trồng: CEC thấp (*e*), carbon hữu cơ thấp (*om*), thiếu kali (*k*), đặc tính đóng ván bề mặt (*hs*), và các tầng dí dè chặt (*comp*). Tuy nhiên, Các loại cây trồng khác nhau về khả năng chịu đựng được những hạn chế khác như sự thoát nước và tính chua; trong khi đó một thuộc tính đất đặc trưng hoặc một hạn chế có thể là một giới hạn chính đến sức sản xuất của một cây trồng nhưng nó có thể chỉ là một giới hạn không đáng kể tới một cây trồng khác. Khung của FAO (1976) cho việc đánh giá đất sử dụng 5 cấp để phân loại tính thích hợp của một nhóm đất đặc trưng cho phát triển một cây trồng riêng biệt (Bảng 11). Để thuận tiện cho việc áp dụng SCAMP, những thuộc tính/hạn chế của đất riêng lẻ xác định cho nhóm đất cát và đất xám được đánh giá theo ảnh hưởng của chúng lên sản xuất bền vững của mùa vụ chính trên vùng đất bờ biển Nam Bộ đối với nông dân sản xuất nhỏ (Bảng 12). Việc đánh giá được dựa trên sự phối hợp thông tin của Williams (1975), Landon (1984), Page (1984), Schaffer và Andersen (1994), Robinson (1996) và Dierolf và ctv (2001).

Bảng 11. Phân lớp khả năng thích nghi của đất [nguồn: FAO 1976]

Lớp thích nghi	Tiêu chuẩn	Mô tả
1	Thích nghi cao	Đất thích nghi cho sản xuất bền vững mà không cần cải tạo.
2	Thích nghi trung bình	Đất thích nghi cho sản xuất bền vững nếu các biện pháp cải tạo tối thiểu được áp dụng (Ví dụ: bón vôi, lên liếp để cải thiện tính thoát nước cục bộ)
3	Khó thích nghi cho trồng trọt	Đất chỉ thích nghi cho sản xuất nông nghiệp bền vững nếu được cải tạo qui mô (ví dụ: xây dựng hệ thống thoát nước trên qui mô lớn)
4	Không thích nghi	Đất không thích nghi cho sản xuất nông nghiệp bền vững.

Bảng 12. Phân lớp thích nghi của thuộc tính và hạn chế đất đối với sức sản xuất của những cây trồng đặc trưng.

Thành phần cơ giới đất	Miêu tả SCAMP	Lúa nước	Bắp	Khoai mì	Mía	Cà phê	Đậu phụng
	S	4	2	2	2	2	2
	L	1	1	1	1	1	1
	C	1	1	2	1	1	3
	O	4	3	2	3	3	3
Phân loại tính thoát nước	1 (g)	2	4	4	4	4	4
	2 (g ⁻)	1	4	3	3	4	3
	3	3	3	3	2	3	3

	4	4	1	2	1	2	2
	5	4	1	1	1	1	1
	6	4	1	1	1	1	1
Độ dốc (%)	0-2	1	1	1	1	1	1
	2-5	2	1	1	1	1	1
	5-10	3	2	2	2	2	2
	>10	4	3	3	2	3	3-4
pH đất	a ⁻	1	2	1	1	2	1
		2	3	2	2	3	2
Độ mặn	s ⁻	2	3	3	2	3	3
	s	3	4	4	4	4	4
Khả năng chịu hạn		L	L	H	L	L	M
Dinh dưỡng chính/ vùng lấy nước (cm)		<50	80-100	>100	>100	>100	50-100
Đòi hỏi dinh dưỡng		N cao	N, K cao	Chịu được độ phì thấp	N cao	N, K cao	Caxi cố định trong vùng

3.3.3 Các tỉnh vùng Tây Nguyên

a. Diện tích đất theo phân loại

Những qui mô của các nhóm đất khác nhau (phân loại FAO-UNESCO) ở tỉnh Gia Lai được trình bày tại (Bảng 13).

Bảng 13. Qui mô của các nhóm đất tại tỉnh Gia Lai

Nhóm đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Chromic và Haplic Acrisols Acric, Humic và Vetic Ferralsols	756.433	49
Dystric và Gleyic Arenosols Luvisols	364.638	23
Leptosols	164.752	11
Alumic, Hyperdystric và Chromic Acrisols Acric, humic và Vetic Ferralsols	90.481	6
Mollic Fluvisols Luvic và Fluvic Phaeozems Cambisols	64.218	4
Dystric Gleysols	16.774	1
Các loại đất khác	92.275	6
Tổng số	1.549.571	

(Nguồn: Lê Trung Lập, 2000)

Địa hình của đất Gia Lai được phân loại (Berding và cộng tác viên, 1999) như:

- Đồi và núi thấp
- Cao nguyên bazan

- Đồi dốc thoải trên đá granit và đá biến chất hoặc trên đất phù sa mới được bồi
- Khu vực trảm tích

Địa hình (độ dốc) hạn chế sự phát triển nông nghiệp tại một số vùng ở Gia Lai, và một số nhóm đất chính rất quan trọng cho nông nghiệp là nhóm đất đỏ và nhóm đất xám tập trung ở những vùng cao nguyên bazan và đồi dốc thoải. Những nhóm đất này chiếm khoảng 49% diện tích đất bề mặt của Tỉnh (Bảng 13).

b. Diện tích cây trồng trong vùng

Dữ liệu thống kê nông nghiệp được sử dụng nhằm xác định những loại cây trồng chính trên đất vùng cao của những hộ nông dân sản xuất nhỏ ở Gia Lai. Diện tích cây trồng được trình bày ở Bảng 14. Cây trồng chiếm hơn 5% đất canh tác được là: lúa, bắp, khoai mì, mía, cao su và cà phê.

Bảng 14. Diện tích cây trồng của tỉnh Gia Lai

Cây trồng	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Lúa	63883	20.4
Bắp	40486	12.9
Khoai mì	24297	7.8
Rau	7618	2.4
Lạc	3787	1.2
Đậu nành	35	0.0
Thuốc lá	2350	0.8
Mía	15543	5.0
Bông vải	5184	1.7
Cao su	57307	18.3
Cà phê	77530	24.8
Điều	12354	3.9
Tiêu	2609	0.8
Tổng cộng	312983	

c. Những mặt hạn chế của đất

Trong một nghiên cứu gần đây (Moody và cộng tác viên, 2008), các vị trí xác định trên bản đồ đất 1: 100.000 tỉnh Gia Lai ‘Đất nâu đỏ trên bazan’ (Ferralsols) và ‘Đất xám trên đá phún xuất’ (Acrisols) (Lê Trung Lập, 2000) được chọn từ cao nguyên bazan và đồi dốc thoải. Có 14 mẫu đất đỏ được thu thập dưới một loạt hệ cây trồng khác nhau (bắp-lúa rẫy, bắp-khoai mì, cao su, cà phê, cây bạch đàn, cây ăn trái, điều) tại các huyện Dak Doa, Mang Yang, Chu Pah, Ia Grai, Duc Co, Chu Prong và Chu Sê ở phía tây-bắc tỉnh Gia Lai. Có 16 mẫu đất Xám được lấy từ những vị trí khác nhau (trên đỉnh đồi, giữa đồi và dưới chân đồi) ở một số cây trồng như (bắp, khoai mì, mía, rau) tại vùng phụ cận xã Dak Pơ, huyện Dak Pơ nằm ở phía đông tỉnh Gia Lai.

Các Mini-pit được đào tại mỗi vị trí cũng như những đánh giá của SCAMP cấp 1 và cấp 2 tại (Bảng 15). Một tổ hợp mẫu đất đại diện tầng 0-15 cm ở tầng đế cày được thu thập và phân tích cho thuộc tính cấp độ 3 (Bảng 15).

Bảng 15. Một số thuộc tính đã xác định cho việc áp dụng mức độ SCAMP

Cấp SCAMP	Thuộc tính
Cấp 1	Sa cấu, màu của đất khi ẩm và đóm rị, cấu trúc và độ chặt (lúc ẩm), cấp thoát nước, cấp thấm nước, độ dốc, nguy cơ xói mòn, hàm lượng sỏi, độ nén chặt.
Cấp 2	pH đồng ruộng (pH nước và 1M KCl), EC đồng ruộng, cấp phân tán sét, tốc độ thấm
Cấp 3	Carbon hữu cơ, % sét, khả năng cố định lân, Ca, Mg, Na và K trao đổi, độ chua trích ly (H +Al), ECEC, độ đệm pH

Từ dữ liệu này, SCAMP (Moody và Phan Thị Công, 2008) được sử dụng để xác định những mặt hạn chế của hai nhóm đất chính này đến sản xuất bền vững (Bảng 16).

Bảng 16. Các ký hiệu SCAMP cho 14 mẫu đất đỏ và 16 mẫu đất xám tỉnh Gia Lai, Việt Nam. Số lượng mẫu của từng thuộc tính được đặt trong ngoặc đơn.

Thuộc tính	Đất đỏ	Đất xám
Sa cấu	L (9); LC (5)	L (10); C (2); LS (4)
Nguy cơ xói mòn	Er(nhẹ) (9), er(trung bình) (2), er(cao) (2), er(rất cao) (1)	Er(nhẹ) (3); er(trung bình) (2); er(cao) (6); er(rất cao) (3); er(rất rất cao) (2)
Chiều hướng di chuyển của nước	Thoát nước (7); Thoát nước + chảy tràn (7)	Thoát nước (8) Thoát nước + chảy tràn (5); chảy tràn (3)
Độ chua	Tầng mặt <i>a</i> (14); tầng bên dưới <i>a</i> (12)	Tầng mặt <i>a</i> (2); tầng dưới <i>a</i> (1)
Nguy cơ axit hóa	ar(<i>thấp</i>) (14)	ar(<i>thấp</i>) (2); ar(trung bình) (12); ar(cao) (2)
Khả năng giữ dinh dưỡng kém	<i>e</i> (12)	<i>e</i> (3)
Khả năng cố định lân cao	<i>i</i> (14)	
Carbon hữu cơ thấp		om (2)
Dự trữ kali thấp	Bề mặt <i>k</i> (1); tầng dưới <i>k</i> (1)	Bề mặt <i>k</i> (1); tầng dưới <i>k</i> (7)
Đặc tính điện tích biến đổi	<i>geric</i> (4)	
Chặt chẽ		<i>hs</i> (2)
Nén chặt		<i>comp</i> (4)

Những đánh giá này cho thấy rằng sa cấu thịt chiếm ưu thế trong nhóm đất đỏ, với nhiều nguy cơ xói mòn tùy thuộc vào độ dốc. Những đường di chuyển của nước là do quá trình tiêu thoát nước hoặc chảy tràn cùng với tiêu thoát nước. Nhóm đất này có pH nước đặc trưng thấp dưới 5,2 nhưng nguy cơ axit hóa thấp là do hàm lượng carbon hữu cơ và sét trong đất cao. ECEC đặc trưng rất thấp (<4 cmol_c/kg) và chúng có khả năng cố định

lân cao. Thành phần điện tích trao đổi của vài nhóm đất tiến đến gần hoặc đạt ở mức bằng không ($pH_{KCl} - pH_{H_2O}$ từ -0,10 đến + 0,10).

Đất xám có thành phần cơ giới trung bình chiếm ưu thế, mặt dù thỉnh thoảng cũng xảy ra hiện tượng sa cấu thịt của tầng mặt nằm trên tầng cát bên dưới. Nguy cơ xói mòn biến thiên từ thấp đến rất cao tùy thuộc vào độ dốc. Một nửa số điểm nghiên cứu có chiều di chuyển của nước là thấm sâu thoát nước, nửa số mẫu còn lại nước chảy tràn trên mặt hoặc vừa chảy tràn vừa thấm sâu. Những hạn chế về độ chua đất không phải hiện tượng phổ biến nhưng hầu hết các đất có nguy cơ chua hóa ở mức trung bình bởi vì hàm lượng sét và chất hữu cơ trong đất thấp. Hiện tượng khá phổ biến là kali trong đất thấp. Nhiều nơi bề mặt đất có hiện tượng đóng váng hoặc nén chặt.

Những hạn chế chính trên đất đỏ (Ferralsols) là độ chua (a), hàm lượng dinh dưỡng thấp (e), cố định lân cao (i) và giới hạn về điện tích trao đổi trên bề mặt keo sét (geric), thoát nước theo chiều sâu là khá phổ biến (Bảng 16).

d. Đặc tính thích nghi của đất đối với cây trồng ở những hộ sản xuất nhỏ

Những đánh giá SCAMP của nhóm đất đỏ và đất xám đã xác định nhiều mặt hạn chế về đất đến khả năng sản xuất của đất. Một số mặt hạn chế ảnh hưởng đến sức sản xuất cây trồng, bất chấp loại cây trồng: xói mòn (*er*), CEC thấp (*e*), khả năng cố định lân cao (*i*), carbon hữu cơ thấp (*om*), thiếu kali (*k*), đặc tính điện tích biến đổi (*geric*), đặc tính đóng váng bề mặt (*hs*) và các tầng dị thể chặt (*comp*). Tuy nhiên, Các loại cây trồng khác nhau về khả năng chịu đựng được những hạn chế khác như sự thoát nước và tính chua; trong khi đó một thuộc tính đất đặc trưng hoặc một hạn chế có thể là một giới hạn chính đến sức sản xuất của một cây trồng nhưng nó có thể chỉ là một giới hạn không đáng kể tới một cây trồng khác. Khung của FAO (1976) cho việc đánh giá đất sử dụng 5 cấp để phân loại tính thích hợp của một nhóm đất đặc trưng cho phát triển một cây trồng riêng biệt (Bảng 17). Để thuận tiện cho việc áp dụng SCAMP, những thuộc tính/hạn chế của đất riêng lẻ xác định cho nhóm đất đỏ và đất xám được đánh giá theo ảnh hưởng của chúng lên sản xuất bền vững của mùa vụ chính trên đất cao đối với nông dân sản xuất nhỏ Gia Lai (Bảng 18). Việc đánh giá được dựa trên sự phối hợp thông tin của Williams (1975), Landon (1984), Page (1984), Schaffer và Andersen (1994), Robinson (1996) và Dierolf và ctv (2001).

Bảng 17. Phân lớp khả năng thích nghi của đất [nguồn: FAO 1976]

Lớp thích nghi	Tiêu chuẩn	Mô tả
1	Thích nghi cao	Đất thích nghi cho sản xuất bền vững mà không cần cải tạo.
2	Thích nghi trung bình	Đất thích nghi cho sản xuất bền vững nếu các biện pháp cải tạo tối thiểu được áp dụng (Ví dụ: bón vôi, lên liếp để cải thiện tính thoát nước cục bộ)
3	Khó thích nghi cho trồng trọt	Đất chỉ thích nghi cho sản xuất nông nghiệp bền vững nếu được cải tạo qui mô (ví dụ: xây dựng hệ thống thoát nước trên qui mô lớn)
4	Không thích nghi	Đất không thích nghi cho sản xuất nông nghiệp bền vững.

Bảng 18. Phân lớp thích nghi của thuộc tính và hạn chế đất đối với sức sản xuất của những cây trồng đặc trưng.

Thành phần cơ giới đất	Miêu tả SCAMP	Lúa nước	Bắp	Khoai mì	Mía	Cà phê
	S	4	2	2	2	2
	L	1	1	1	1	1
	C	1	1	2	1	1
	O	4	3	2	3	3
Phân loại tính thoát nước	1 (g)	2	4	4	4	4
	2 (g ⁻)	1	4	3	3	4
	3	3	3	3	2	3
	4	4	1	2	1	2
	5	4	1	1	1	1
	6	4	1	1	1	1
Độ dốc (%)	0-2	1	1	1	1	1
	2-5	2	1	1	1	1
	5-10	3	2	2	2	2
	>10	4	3	3	2	3
pH đất	a ⁻	1	2	1	1	2
		2	3	2	2	3
Độ mặn	s ⁻	2	3	3	2	3
	s	3	4	4	4	4
Khả năng chịu hạn		L	L	H	L	L
Đỉnh dưỡng chính/ vùng lấy nước (cm)		<50	80-100	>100	>100	>100
Đòi hỏi dinh dưỡng		N cao	N, K cao	Chịu được độ phì thấp	N, K cao	N, K cao

3.4 Đào tạo nguồn nhân lực

Nhằm mục đích đào tạo nguồn nhân lực cho cán bộ khuyến nông của ba vùng: Tây nguyên, Duyên hải Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ, các khóa tập huấn về SCAMP cấp 1 và 2 đã được tổ chức.

Địa điểm tổ chức	Ngày tổ chức	Tên tỉnh	Số lượng người tham gia
Pleiku, Gia Lai	16 – 17/08/2007	Dak Nông	6
		Gia Lai	14
		Lâm Đồng	11
		Đaklak	6
		Kontum	8
Phan Rang, Ninh Thuận	25 – 27/06/2008	Ninh Thuận	10
		Quảng Nam	15
		Bình Định	10
		Bình Thuận	8

		Phú Yên	8
		Khánh Hòa	5
Thị xã Tây Ninh	22 – 24/12/2008	Bình Dương	6
		Đồng Nai	6
		Tây Ninh	16
		Tp.HCM	8
		Bà Rịa Vũng Tàu	4
		Bình Phước	9

3.5 Tác động môi trường

Dự án này sẽ có những tác động tích cực về mặt môi trường tại những vùng nghiên cứu. Phương pháp thực hiện dự án bao gồm các hoạt động huấn luyện và thí nghiệm trình diễn đồng ruộng. Những thí nghiệm này sẽ minh họa các biện pháp kỹ thuật đảm bảo sức sản xuất tối ưu trong phạm vi các mặt hạn chế do bản chất cố hữu của đất và vị trí của nó trong địa hình. Việc tiếp thu những biện pháp kỹ thuật này trên diện rộng sẽ mở rộng những điều cơ bản này đến từng hộ gia đình, vì vậy sẽ có tác động tích cực trên việc bảo vệ môi trường ở mức độ vùng.

3.6 Chiến lược nhân rộng/phổ biến lợi ích/ảnh hưởng về giới

Người hưởng lợi từ dự án này sẽ là các hộ nông dân sản xuất nhỏ và thước đo cuối cùng của việc tiếp thu những kiến thức này sẽ là sự thay đổi trong biện pháp kỹ thuật canh tác, thành quả đạt được từ mối quan hệ chặt chẽ giữa người nông dân với cán bộ khuyến nông đã được đào tạo trong dự án này. Ở Việt Nam, hầu hết các vấn đề liên quan đến việc đồng án do phụ nữ thực hiện. Các biện pháp kỹ thuật quản lý đất mang lại sự an toàn lâu dài cho mùa vụ sẽ có những tác động tích cực đến thu nhập của nông hộ vì vậy sẽ bảo vệ cho người phụ nữ và gia đình của họ thoát khỏi cảnh nghèo đói và đảm bảo cuộc sống của họ. Tại cả 3 vùng, đặc biệt là tại Tây nguyên, một trong những vùng trọng điểm mà người dân tộc ít người thực hiện tập quán canh tác truyền thống, vì vậy đội ngũ tham gia dự án sẽ thiết lập các công thức trong mô hình thử nghiệm lấy tập quán canh tác của họ làm nghiệm thức đối chứng theo tập quán canh tác của địa phương. Điều này sẽ rất tiện lợi trong việc phổ biến những kết quả đạt được trong dự án cho đồng bào dân tộc thiểu số.

PHẦN 4. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG HƯỚNG SÁP ĐẾN

1. Phổ biến SCAMP Cấp 3 rộng rãi hơn

2. Xây dựng Phòng phân tích lưu động

Để có thể hướng dẫn cho các học viên cách xác định một số đặc tính cơ bản của đất, một ‘phòng phân tích lưu động’ sẽ được thiết lập để thao diễn cách đo pH, độ dẫn điện, carbon hữu cơ hữu dụng và kali khả trích. Khi được sử dụng cùng với những quan trắc ngoài đồng, những phân tích hóa học này sẽ giúp thực hiện những khuyến cáo về liều lượng phân bón.

3. Xây dựng SCAMP cho đất ngập nước trồng lúa.

CẢM ƠN

Các tác giả xin chân thành cảm ơn

- Chính phủ Úc, thông qua tổ chức ACIAR và Chương trình CARD;
 - Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn; các Sở Nông nghiệp,
 - Trung Tâm Khuyến Nông và nông dân tại các vùng nghiên cứu và
 - Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Nghiệp miền Nam
- đã tạo điều kiện cho chúng tôi thực hiện các nội dung của hai dự án này.

Tài liệu tham khảo

- A decision support framework for the sustainable management of sandy soils. Proceedings of 'Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture', pp 357-361, 27 Nov-2 Dec 2005, Khon Kaen Thailand. FAO: Bangkok.
- A framework for identifying soil constraints to the agricultural productivity of tropical upland soils. *Soil Use and Management* (In Press).
- Aitken, R.L., Moody, P.W. & Dickson, T. 1998. Field amelioration of acidic soils in south-east Queensland. I. Effect of amendments on soil properties. *Australian Journal of Agricultural Research*, **49**, 627-637.
- Berding, F.R., Tran Mau Tan, Truong Dinh Tuyen, Tran Van Hue, Deckers, J. & Langhor, R. (1999). Soil Resources of Gia Lai Province. National Institute of Agricultural Planning and Projection (Vietnam) and Katholieke Universiteit Leuven (Belgium).
- Dierolf, T., Fairhurst, T. and Mutert, E. 2001. Soil Fertility Kit. Potash and Phosphate Institute: Singapore.
- Do Ngoc Diep 2005. Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật chăm sóc mía ban đầu cho cây mía ở Nam Bộ. Project Report. Centre for Sugarcane Research and Development. Institute of Agricultural Sciences of Southern Vietnam.
- FAO. 1976. Framework for land evaluation. Soils Bulletin No. 32. FAO:Rome.
- Institute of Agricultural Sciences of Southern Vietnam and Katholieke Universiteit Leuven 1998. Final Report on 'Sustainable Agricultural Development in the Uplands of South Vietnam. IAS-KU Leuven: HoChiMinh City.
- Landon, J.R. (ed.) 1984. Booker Tropical Soil Manual. Longman Inc.: New York
- Le Trung Lap (2000). Land use and sustainable development for soil resources of Gia Lai Province. Proceedings of Workshop on Environment and Sustainable Development of the Central Highland. Pleiku, Sept 2000. Department of Science, Technology and Environment, Pleiku.
- Moody, P.W. and Cong, P.T. 2008. Major Cropping Soils and Soil Constraints to Productivity of Major Upland Crops Grown by Smallholders. I. Gia Lai Province. CARD 009/06 VIE Six-monthly Report- April 2008. CARD, Hanoi.
- Moody, P.W. and Cong, P.T. 2008. Soil Constraints and Management Package (SCAMP): guidelines for sustainable management of tropical upland soils. ACIAR Monograph No. 130, 86pp. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.
- Moody, P.W., Phan Thi Cong, Legrand, J. and Nguyen Quang Chon 2008. A framework for identifying soil constraints to the agricultural productivity of tropical upland soils. *Soil Use and Management* **24**, 148-155.
- Moody, P.W., Vinh, N.C., Cong, P.T., and Legrand, J. 2008.
- Nguyễn Thị Rạng 2002 *Ảnh hưởng của các liều lượng phân bón N K đến năng suất, chất lượng mía*. MSc. Thesis. Centre for Sugarcane Research and Development, Institute of Agricultural Sciences of Southern Vietnam: HoChiMinh City.
- Noble, A.D., Ruaysoongnern, S., Penning de Vries, F.W.T., Hartmann, C. & Webb, M.J. 2004. Enhancing the agronomic productivity of degraded soils in northeast

- Thailand through clay-based Interventions. In: *Water and Agriculture* (eds. Seng, V., Craswell, E., Fukai, S. & Fischer, K.), ACIAR Proceedings No. 116, ACIAR, Canberra, pp. 147-160.
- Page, P.E. 1984. Tropical Tree Fruits for Australia. QDPI Information Series QI 83018. Queensland Department of Primary Industries: Brisbane.
- Pham Quang Khanh 1997. Tai nguyen dat Dong Nam Bo.
- Phan Lieu 1992. Dat Dong Nam Bo (The soils of the South East Region). Nha xuất bản Nong Nghiep (Agricultural Publisher)
- Phan Thi Cong 1997. Sustainability of different cropping systems on Haplic Acrisols of South Vietnam. *Journal of Science, Technology and Economic Management* **11**, 482-484.
- Phan, T.C. and Merckx, R. 2005. Improving phosphorus availability in two upland soils of Vietnam using *Tithonia diversifolia* H. *Plant and Soil*, **269**, 11-23.
- Robinson, J.C. 1996. Bananas and Plantains. CAB International: Oxon.
- Schaffer, B. & Andersen, P.C. 1994. Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. CRC Press: Florida.
- Statistical Year Book, 2007. Statistical Publishing House: Hanoi.
- Williams, C.N. 1975. The Agronomy of the Major Tropical Crops. Oxford University Press: London.