

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS VÀ VIỄN THÁM XÂY DỰNG BẢN ĐỒ TRỒNG LÚA VÀ ĐÁNH GIÁ DIỆN TÍCH ĐẤT TRỒNG LÚA VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

TS. Dương Văn Khảm - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

TS. Vũ Hoàng Hoa - Trường Đại học Thủy lợi

Xác định các chỉ tiêu viễn thám để phân loại, đánh giá trạng thái và xây dựng bản đồ lớp phủ đã trở thành một trong những phương pháp phổ biến trong lĩnh vực GIS và viễn thám. Cùng với các số liệu quan trắc bề mặt, việc tích hợp các thông tin viễn thám đa thời gian với nhiều độ phân giải không gian và thời gian trong việc tính toán các chỉ số thực vật là hoàn toàn có khả năng phục vụ công tác theo dõi thời vụ và giám sát trạng thái sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất cây trồng. Những năm gần đây, một loạt đầu thu thế hệ mới như MODIS, MERIS... đặt trên các vệ tinh có thể quan trắc mặt đất với phạm vi lớn, độ phân giải thời gian cao, cung cấp một khối lượng lớn thông tin bề mặt trái đất, cho phép nghiên cứu biến động lớp phủ trên cả hai góc độ đa phổ và đa thời gian. Bài viết bước đầu ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám MODIS tổ hợp 8 ngày để tính toán và đánh giá sự biến động chỉ số thực vật NDVI, EVI và LSWI và một số phân tích về thời vụ và trạng thái sinh trưởng của cây lúa để xây dựng bản đồ trồng lúa và đánh giá biến động sử dụng đất trồng lúa ở Đồng bằng sông Hồng.

1. Xây dựng bản đồ phân vùng trồng lúa ở Đồng bằng sông Hồng

a. Thuật toán và phương pháp xác định vùng trồng lúa

Quá trình phát triển theo thời gian của đất trồng lúa được chia thành 3 thời kì: thời kì gieo cấy, thời kì lúa phát triển và thời kỳ sau thu hoạch. Trong suốt thời kì gieo cấy, bề mặt đất là một bề mặt trộn lẫn giữa nước và thực vật với độ sâu của nước thường từ 2 - 15 cm. Khoảng 50 đến 60 ngày sau thời kì gieo cấy, tán lá lúa đã bao phủ hầu như toàn bộ diện tích bề mặt đất. Cuối thời kì phát triển đến đầu thời kì thu hoạch, lượng trữ ẩm của thân, tán lá, và số lượng lá lúa giảm. Dựa vào quy luật sinh trưởng và phát triển này xác định các chỉ tiêu viễn thám để nhằm xây dựng bản đồ trồng lúa và đánh giá biến động diện tích trồng lúa.

Để xác định sự thay đổi của tập hợp hỗn độn bề mặt nước và cây trồng ở đồng ruộng canh tác qua thời gian cần những kênh phổ hoặc chỉ số thực vật nhạy cảm với cả đối tượng nước và đối tượng thực vật. Các chỉ số phổ thực vật được phân tách từ các băng thị phổ, cận hồng ngoại, hồng ngoại và dải đỏ là các tham số trung gian mà từ đó có thể thấy

được các đặc tính khác nhau của thảm thực vật như: sinh khối, chỉ số diện tích lá, khả năng quang hợp, tổng các sản phẩm sinh khối theo mùa. Những đặc tính đó có liên quan và phụ thuộc rất lớn vào dạng thực vật bao phủ và thời tiết, đặc tính sinh lý, sinh hoá và sâu bệnh. Công nghệ gần đúng để giám sát đặc tính các hệ sinh thái khác nhau là phép nhận dạng chuẩn và phép so sánh giữa chúng.

Đối với mỗi ảnh tổ hợp 8 ngày, ta tính các chỉ số NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), LSWI (Land Surface Water Index), và EVI (Enhanced Vegetation Index), sử dụng giá trị hệ số phản xạ của các kênh Blue, Red, cận hồng ngoại (NIR) và hồng ngoại sóng ngắn (SWIR).

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} \quad (1)$$

$$EVI = 2.5 \times \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + 6 \times \rho_{red} - 7.5 \times \rho_{blue} + 1} \quad (2)$$

$$LSWI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{swir}}{\rho_{nir} + \rho_{swir}} \quad (3)$$

*) Chỉ số NDVI là chỉ số thực vật được sử dụng rất phổ biến trong việc giám sát sự thay đổi trạng thái thực vật, trên cơ sở đó biết được tác động của thời

tiết khí hậu đến sinh quyển. NDVI biến thiên từ -1 đến 1, giá trị càng cao thì trạng thái của thực vật càng xanh tốt. Phương pháp luận xây dựng chỉ số thực vật NDVI chủ yếu dựa trên sự khác nhau của cường độ phản xạ và hấp thụ của bức xạ cận hồng ngoại và bức xạ khả kiến (với bức xạ đỏ là đại diện) khi tương tác với thực vật trong quá trình quang hợp. Nếu cây xanh tốt, quá trình quang hợp xảy ra mạnh mẽ đồng nghĩa với việc diệp lục của lá cây cần hấp thụ nhiều bức xạ tia đỏ và phản xạ mạnh tia cận hồng ngoại, do đó chỉ số NDVI đạt giá trị cao và ngược lại cây vàng úa, NDVI sẽ mang giá trị thấp.

*) Chỉ số thực vật tăng cường EVI là chỉ số thực vật có quan hệ tuyến tính với chỉ số diện tích lá (Leaf area index) và có độ nhạy cảm cao hơn chỉ số NDVI ở những vùng có sinh khối cao (Huete et al., 2002). Sinh khối của ruộng lúa thấp hơn rõ rệt so với vùng rừng, tuy nhiên chỉ số EVI vẫn giữ được sự tuyến tính với vùng đất trồng lúa. Vì vậy, EVI được sử dụng để đánh giá sự phát triển thực vật với biên độ biến động lớn như vùng trồng lúa. Ngoài ra, EVI gần với thực tế hơn chỉ số NDVI trong giám sát thực vật khi độ ẩm cao.

*) Chỉ số nước bề mặt LSWI, biểu thị mức độ thay đổi hàm lượng nước của lớp phủ bề mặt. LSWI là một trong những chỉ số để đánh giá mức độ hạn hán của lớp phủ thực vật nói chung và cây trồng nói riêng. Đối với các đối tượng có độ chứa nước nhất định, giá trị phản xạ phổ NIR của đối tượng gần như là lớn nhất và giá trị phản xạ phổ SWIR của đối tượng cũng gần như là nhỏ nhất. Từ sự chênh lệch giá trị phổ phản xạ của hai bước sóng này làm cơ sở khoa học cho việc xây dựng chỉ số LSWI.

Qua quá trình nghiên cứu, Xiao đã phát triển một thuật toán nhằm phát hiện và phân loại đồng ruộng lúa canh tác thông qua phân tích động thái theo thời gian của các chỉ số LSWI, NDVI và EVI. Thuật toán tập trung vào thời kì gieo cấy thông qua sự tăng trưởng nhanh của lúa trong thời kì đầu của mùa vụ cho tới khi tán lá hoàn toàn trưởng thành. Xiao đặt ra giả thiết sự đối nghịch nhau của các chỉ số viễn thám trong thời kì gieo cấy, khi chỉ số nước bề mặt LSWI đạt giá trị cao hơn các chỉ số thực vật NDVI và EVI, đó chính là dấu hiệu nhận biết đất lúa ngập trong nước.

Dựa theo các kết quả nghiên cứu của Xiao với dữ liệu chỉ số thực vật và kinh nghiệm nghiên cứu, ngưỡng xác định pixel đất ngập nước là $LSWI + 0.05 \geq EVI$ hoặc $LSWI + 0.05 \geq NDVI$. Sau khi phân loại vùng đất ngập nước, bước tiếp theo của nghiên cứu là xác định xem đó có phải là vùng sẽ gieo không, hay chỉ là vùng ngập lũ hoặc vùng nước thường xuyên như ao, hồ, sông suối. Tác giả đã sử dụng giả thiết là giá trị của chỉ số EVI trong 5 ảnh tổ hợp 8 ngày sau thời kì gieo cấy (40 ngày) đạt một nửa giá trị chỉ số EVI cực đại thì đó là vùng đất trồng lúa. Giả thiết này được thiết lập từ đặc tính sinh lý rõ rệt của cây lúa, sau thời kì gieo cấy, lúa phát triển nhanh và chỉ số diện tích lá đạt cực đại trong vòng 2 tháng.

b. Các bước xây dựng bản đồ vùng trồng lúa

Từ cơ sở lý luận như đã trình bày ở phần trên, thuật toán được cụ thể hóa thành các bước tiến hành nghiên cứu như hình 1. Quá trình nghiên cứu phát hiện và phân loại đồng ruộng canh tác dựa trên dữ liệu MODIS cần sự xem xét đánh giá kĩ lưỡng về nhiều nhân tố ảnh hưởng của môi trường bên ngoài và động thái theo mùa của các chỉ số thực vật bao gồm mây, bề mặt nước, và các loại thảm phủ thực vật khác.

Để xác định ảnh hưởng của mây đến thuật toán nghiên cứu, nhóm nghiên cứu đã thống kê tỷ lệ trung bình của các pixel bị ảnh hưởng bởi mây đối với dữ liệu MODIS tổ hợp 8 ngày. Theo tính chất vật lý của sự hấp thụ và phản xạ ánh sáng, những pixel có chỉ số phản xạ kênh Blue vượt ngưỡng giá trị 0.2 được phân loại là pixel mây. Do đó, trong quá trình xử lý tất cả dữ liệu gốc đều được lọc mây nhằm loại bỏ những giá trị không chính xác do ảnh hưởng khí quyển (Hình 2).

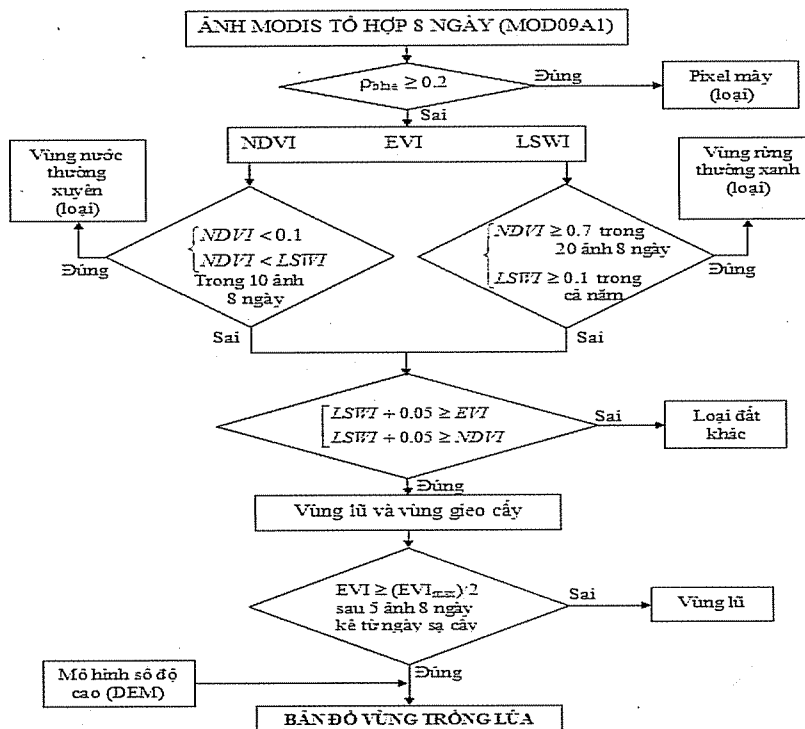
Một nhân tố khác cần loại bỏ ảnh hưởng là những vùng ngập nước theo mùa. Những vùng nước này được phát hiện thông qua việc phân tích đồ thị biến động của các chỉ số LSWI và NDVI. Dựa vào các nghiên cứu thực nghiệm và tính chất của chỉ số NDVI, LWSI vùng được cho là vùng nước thường xuyên phải thỏa mãn hai điều kiện sau đây:

- 1, Chỉ số thực vật của vùng đó có giá trị $NDVI < 0.1$ và $NDVI < LWSI$.
- 2, Trong 10 ảnh trở lên của tổ hợp ảnh 8 ngày trong vùng thỏa mãn điều kiện 1.

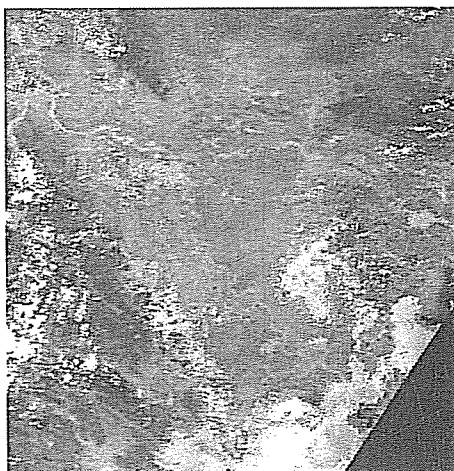
Theo quy trình các bước xây dựng bản đồ ở hình 1, trước tiên lọc những yếu tố có thể ảnh hưởng đến việc phân loại vùng trồng lúa, sau đó là phân loại phát hiện vùng gieo cấy. Chỉ có duy nhất khoảng thời gian gieo cấy chỉ số LSWI có giá trị lớn hơn chỉ số NDVI và EVI. Vì vậy, điều kiện $LSWI + 0.05 \geq EVI$ hoặc $LSWI + 0.05 \geq NDVI$ thỏa mãn là những vùng gieo cấy lúa. Tuy nhiên, theo phân tích này, vùng gieo cấy lúa còn có thể cả là vùng nước tạm thời. Vì vậy, cần xem xét lúa có phát triển trên những pixel có nước tạm thời hay không. Qua quá trình phân

tích ảnh và quá trình sinh trưởng phát triển của cây lúa, những pixel nước tạm thời có giá trị EVI đạt một nửa giá trị EVI_{max} của cả mùa vụ (khoảng 5 ảnh tổ hợp 8 ngày) kể từ ngày gieo cấy được định nghĩa là pixel lúa. Cuối cùng, mô hình số độ cao DEM của vùng nghiên cứu được sử dụng để loại một số những pixel bất hợp lý

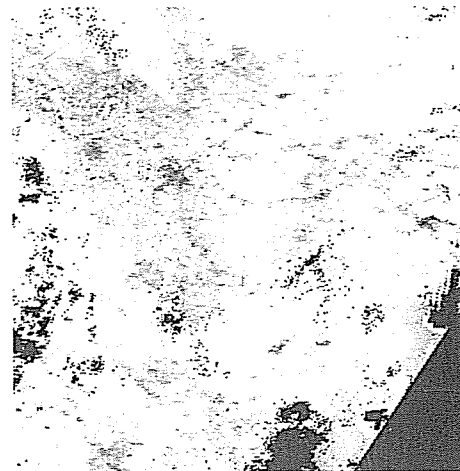
Trên cơ sở vùng trồng lúa được xác định, căn cứ vào quy trình xây dựng bản đồ đã xây dựng được bản đồ phân bố diện tích lúa đông xuân và lúa mùa năm ở vùng Đồng bằng sông Hồng (Hình 4, 5).



Hình 1. Các bước xây dựng bản đồ vùng trồng lúa



a) Ảnh chưa lọc mây



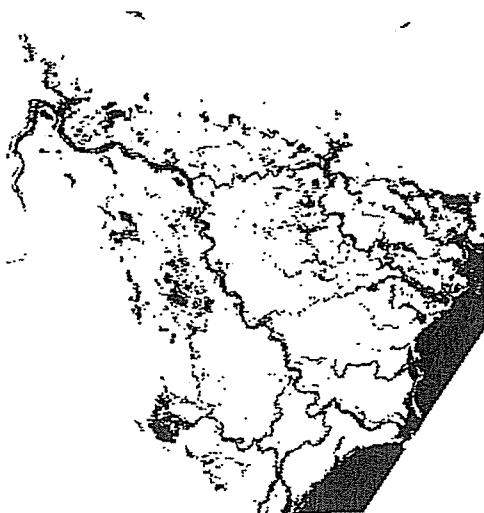
b) Ảnh đã lọc mây

Hình 2. Quá trình lọc mây cho dữ liệu

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Việc loại ảnh hưởng của yếu tố rừng thường xanh được thực hiện căn cứ vào sự biến đổi theo thời gian của 2 chỉ số LSWI và NDVI. Trước tiên, việc phân tích dựa vào đặc tính riêng của từng loại thảm phủ, rừng thường xanh thường có xu hướng có giá trị NDVI ổn định ở mức cao có giá trị NDVI > 0.7 trong ít nhất 20 ảnh tổ hợp 8 ngày trong cả năm (trong khi đó các vùng đất lúa chỉ có giá trị NDVI cao ở một vài tuần, chủ yếu là thời kì trước thu hoạch). Tiếp theo, sử dụng chỉ số LSWI để nhằm loại bỏ những vùng thảm thực vật cây bụi và rừng cây

gỗ. Đất canh tác nông nghiệp thường có vài thời kì trơ đất, không có tán thực vật phủ (như thời kì sau thu hoạch và thời kì chuẩn bị cày bừa), khi đó giá trị LSWI giảm xuống rất thấp. Trong nghiên cứu thành lập bản đồ lúa cho vùng phía Nam và Đông Nam Á, Xiao đã nghiên cứu và chứng minh rằng những thảm thực vật tự nhiên rất hiếm có giá trị LSWI < 0.1. Vì vậy, theo Xiao, những pixel có giá trị LSWI > 0.1 trong suốt cả năm được định nghĩa là các pixel của thảm phủ thực vật tự nhiên.

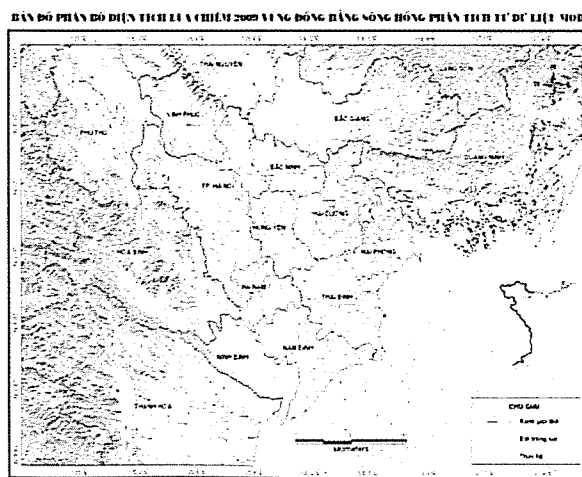


a) Lọc vùng nước thường xuyên



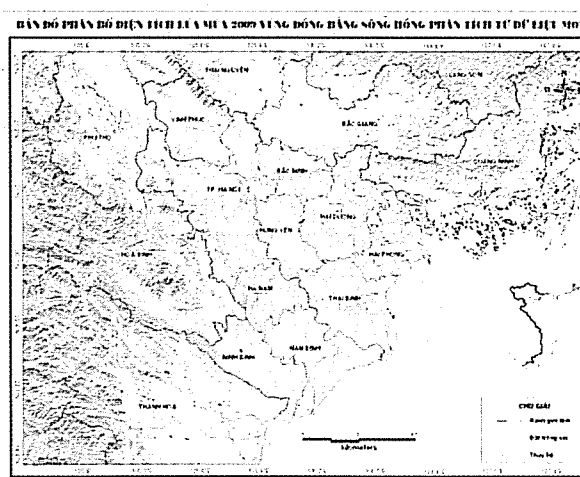
b) Lọc rừng thường xanh

Hình 3. Lọc vùng nước thường xuyên và vùng rừng thường xanh



Hình 4. Bản đồ phân bố diện tích lúa đông xuân 2009 tính từ dữ liệu MODIS vùng Đồng bằng sông Hồng

2. Đánh giá biến động sử dụng đất trồng lúa qua các năm, so sánh với số liệu phân loại theo



Hình 5. Bản đồ phân bố diện tích lúa mùa 2009 tính từ dữ liệu MODIS vùng Đồng bằng Sông Hồng

viễn thám và thống kê

a. So sánh diện tích trồng lúa từ số liệu thống kê

và tính toán bằng ảnh viễn thám

Ưu việt của chuỗi dữ liệu ảnh MODIS đa thời gian từ năm 2000 đến năm 2009 là cung cấp một lượng lớn những thông tin phục vụ cho quá trình tính toán, theo dõi những biến động của lớp phủ lúa mà quá trình thực địa và thống kê khó có thể cập nhật được trong một thời gian ngắn.

Để kiểm chứng độ chính xác của phương pháp

tính toán diện tích trồng lúa từ ảnh MODIS, bài báo đã sử dụng số liệu diện tích trồng lúa từ Tổng cục Thống kê để so sánh với kết quả tính toán. Kết quả so sánh được thể hiện tại bảng 2.

Đối với khu vực nghiên cứu, tuy ở các năm vẫn còn có sự chênh lệch, nhưng nhìn chung diện tích lúa phân tích từ ảnh khá phù hợp với số liệu thống kê. Biểu hiện bằng bảng đánh giá sai số tính toán (sai số đa phần ở mức thấp – là mức cho phép).

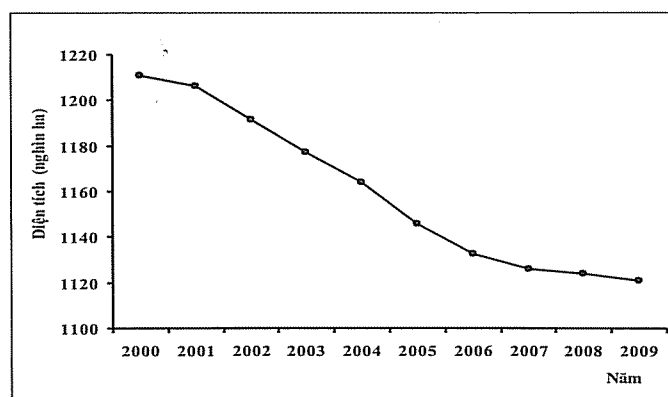
Bảng 1. Đánh giá sai số diện tích trồng lúa từ ảnh MODIS và số liệu thống kê vùng Đồng bằng sông Hồng

Năm	DT thống kê(nghìn ha)	DT tính toán(nghìn ha)	Sai số(nghìn ha)	Sai số (%)
2000	1204.9	1211.1	6.2	0.51
2001	1202.5	1206.49	3.99	0.33
2002	1188.1	1191.77	3.67	0.31
2003	1173.1	1177.39	4.29	0.37
2004	1153.2	1163.87	10.67	0.93
2005	1131.4	1145.62	14.22	1.26
2007	1111.7	1125.87	14.17	1.27
2008	1108.1	1123.97	15.87	1.43

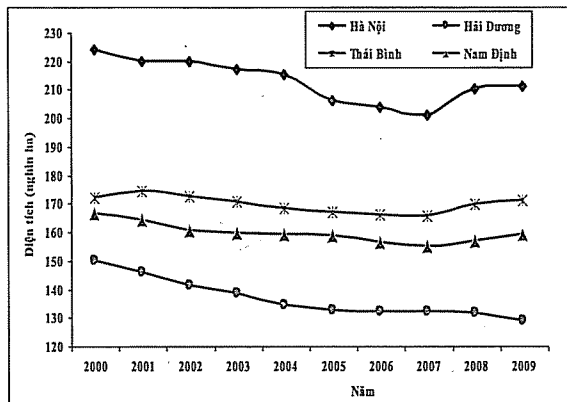
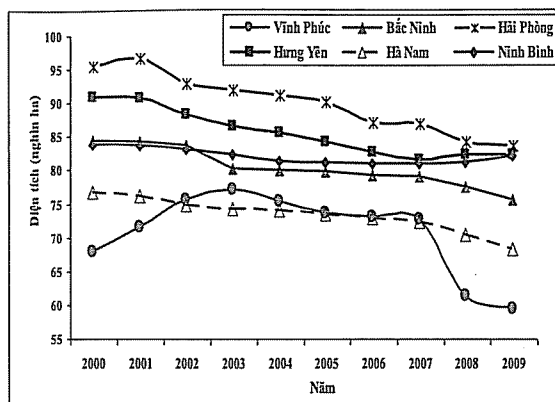
b. Đánh giá biến động diện tích trồng lúa vùng Đồng bằng sông Hồng

Trên cơ sở phương pháp xây dựng bản đồ trồng

lúa bằng ảnh MODIS, bài báo đã tính toán được diện tích trồng lúa từ năm 2000 đến 2009 và đánh giá được biến động diện tích trồng lúa của các tỉnh và cả vùng Đồng bằng sông Hồng (Hình 7).



Hình 6. Xu thế diện tích đất trồng lúa vùng Đồng bằng sông Hồng qua các năm từ ảnh Modis



Hình 7. Xu thế diện tích đất trồng lúa từng tỉnh qua các năm từ ảnh Modis

Theo các đồ thị trên các hình 6, 7, ta nhận thấy xu thế diện tích trồng lúa của cả vùng Đồng bằng sông Hồng và các tỉnh giảm một cách rõ rệt. Đặc biệt từ năm 2001 đến năm 2007 diện tích giảm hơn 80 nghìn ha. Nguyên nhân là do quá trình đô thị hóa phát triển nhanh chóng, đất nông nghiệp bị thu hẹp thay vào đó là các khu công nghiệp, các công trình dân sinh, cơ sở hạ tầng phục vụ cho quá trình công nghiệp hóa.

3. Kết luận

Phương pháp xây dựng bản đồ diện tích trồng lúa trên cơ sở ảnh MODIS với độ chính xác cao hoàn

toàn có khả năng ứng dụng trong nghiệp vụ để xác định diện tích gieo trồng trong từng thời vụ trên quy mô từng tỉnh và từng vùng, kịp thời cung cấp số liệu cho các nhà quản lý trong việc giám sát và quy hoạch đất trồng lúa.

Trước sự phát triển mạnh mẽ của quá trình công nghiệp và đô thị hóa, diện tích trồng lúa ở Đồng bằng sông Hồng liên tục giảm từ năm 2000 đến nay. Trong tương lai để đảm bảo an ninh lương thực cho dân số ở mức 100 đến 120 triệu người, chưa tính đến những năm mất mùa, diện tích trồng lúa không giữ được ổn định sẽ đe dọa nghiêm trọng mục tiêu an ninh lương thực quốc gia.

Tài liệu tham khảo

Viện Di truyền Nông nghiệp, *Improving rice tolerance of submergence and salinity to cope with climate change in coastal areas of Vietnamese Deltas*, 2010.