SỬ DỤNG TƯ LIỆU ẢNH VỆ TINH MODIS NGHIÊN CỨU MÙA VỤ CÂY TRỒNG, LẬP BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG VÀ BIẾN ĐỘNG LỚP PHỦ VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG GIAI ĐOẠN 2008-2010

Vũ Hữu Long, Phạm Khánh Chi, Trần Hùng
Công ty Tư vấn GeoViệt[1]

Abstract: *With large coverage, moderate spatial resolution and daily acquisition, MODIS data have great potential in monitoring resources and environmental changes at country and regional scale. This research focuses on exploring the change detection of the vegetation cover within- and between years based on time series of NDVI computed from MODIS data. As a result, agrilcultural crops' seasonal changes are monitored and land use and agricultural land changes are mapped for the 2008-2010 period. Especially, using MODIS time series data had helped to monitor in details the specialized rice-growing and mixed crops areas, which are difficult to distinguish if based on high-resolution satellite data of SPOT or ASTER. Further, the combination with MODIS multi-temporal data in other spectral bands in order to monitor surface temperature and moisture avaialability is expected in order to improve the rice monitoring in the Red-River Delta and other rice-growing areas in Vietnam.*

Keywords: MODIS, NDVI, the change detection, the Red-River Delta*.*

1. GIỚI THIỆU

Công nghệ viễn thám với khả năng cung cấp thông tin trên nhiều kênh phổ và đo chụp phủ vùng rộng lớn tại các thời điểm khác nhau đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong nông nghiệp như phân loại đất đai, phân loại cây trồng và kiểm kê diện tích trồng trọt, đánh giá và dự báo sản lượng, nghiên cứu độ ẩm của đất trồng và hiệu quả sử dụng nước trong nông nghiệp cũng như đánh giá sự thiệt hại mùa màng do các yếu tố liên quan, v.v. Cơ sở chính để áp dụng viễn thám trong nông nghiệp là các loại lớp phủ như thực vật, đất trống và mặt nước có đặc tính phổ khác nhau - độ phản xạ khác nhau tại các dải kênh phổ nhìn thấy, kênh nhiệt và kênh sóng radar. Kỹ thuật xử lý ảnh sử dụng sự khác biệt này để phân loại, chiết tách các thông tin cần thiết đối với vùng đất nông nghiệp và đặc biệt là vùng trồng lúa. Trong đề tài này, nhóm nghiên cứu đã sử dụng tư liệu ảnh MODIS với đặc tính biến động chỉ số NDVI theo thời gian với mỗi nhóm loại hình lớp phủ theo các năm để phân loại và chiết tách thông tin lớp phủ và mùa vụ cây trồng cho khu vực Đồng Bằng sông Hồng (ĐBSH).

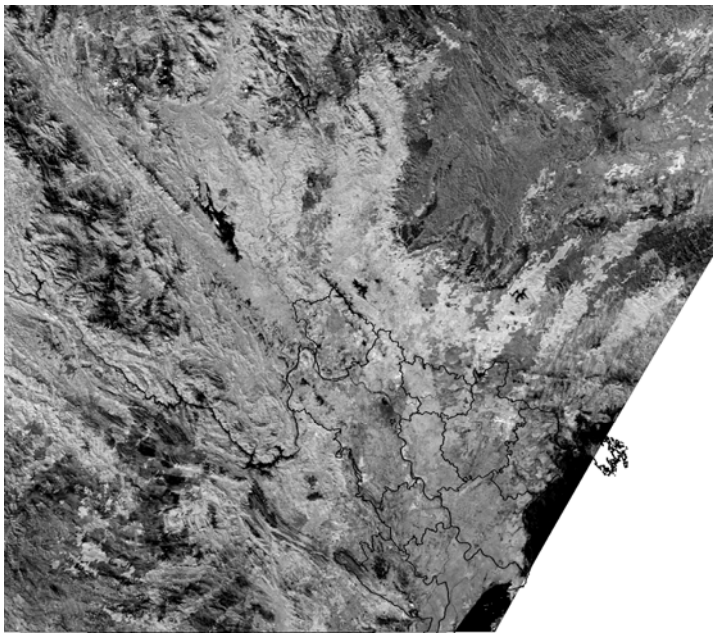
2. DỮ LIỆU MODIS VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Dữ liệu MODIS

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometers) là bộ cảm có độ phân giải trung bình đặt trên vệ tinh TERRA được NASA phóng vào quỹ đạo tháng 12/1999 và vệ tinh AQUA được phóng vào quỹ đạo tháng 5/2002 với mục đích quan trắc, theo dõi các thông tin về mặt đất, đại dương và khí quyển trên phạm vi toàn cầu. Các ứng dụng tiêu biểu có thể kể đến là: nghiên cứu khí quyển, mây, thời tiết, lớp phủ thực vật, biến động về nông nghiệp và lâm nghiệp, cháy rừng, nhiệt độ mặt nước biển và màu nước biển, v.v.

[1] *Địa chỉ: 6/17, Ngõ 139 Nguyễn Ngọc Vũ, Hà Nội – ĐT/Fax: 04-6269.8551, E-mail: long.geoviet@gmail.com, Website: http://www.geoviet.vn.*

Dữ liệu MODIS khu vực Đồng bằng sông Hồng năm 2008 và 2010 được thu nhận từ nguồn cung cấp của NASA, do trung tâm Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) phân phối (http://www.lpdaac.usgs.gov). Hệ thống thu nhận của NASA xử lý dữ liệu MODIS cho toàn cầu và tạo ra các sản phẩm MODIS chuẩn để lưu trữ cho các mục đích nghiên cứu và theo dõi tài nguyên môi trường trên đất liền và bề mặt đại dương toàn cầu.



Hình 1: Ảnh MODIS tổ hợp 8 ngày (26/11-4/12/2008) khu vực ĐBSH (RGB - kênh 1/2/1)

Trong nghiên cứu này, dữ liệu MODIS được sử dụng là bộ dữ liệu ảnh MODIS phản xạ bề mặt tổ hợp 8-ngày chuẩn của trung tâm LP DAAC, được thu nhận từ vệ tinh AQUA và đã được xử lý tới mức 3 (tên dữ liệu là MYD09Q1 – Hình 1). Ở mức này, dữ liệu đã được sơ bộ lọc mây bằng thuật toán của NASA chọn lọc ra kết quả quan trắc tốt nhất trong 8 ngày liên tiếp đối với từng ô ảnh (pixel). Điều này giúp giảm bớt hoặc loại bỏ mây đặc biệt quan trọng đối với vùng nhiệt đới như Việt Nam. Mỗi ảnh gồm 2 kênh (kênh 1 – phổ sóng đỏ có tâm quang phổ là 645 nm và kênh 2 – phổ sóng hồng ngoại gần có tâm quang phổ là 858 nm) với độ phân giải không gian là 250 m và đã được đưa về hệ tọa độ Sinusoidal toàn cầu. Bộ dữ liệu này đã được xử lý theo quy trình chuẩn của NASA (như hiệu chỉnh bức xạ, hiệu chỉnh hình học, lọc mây và tạo tổ hợp 8 ngày… - Vermote, *et al.*, 1997).

2.2. Phương pháp

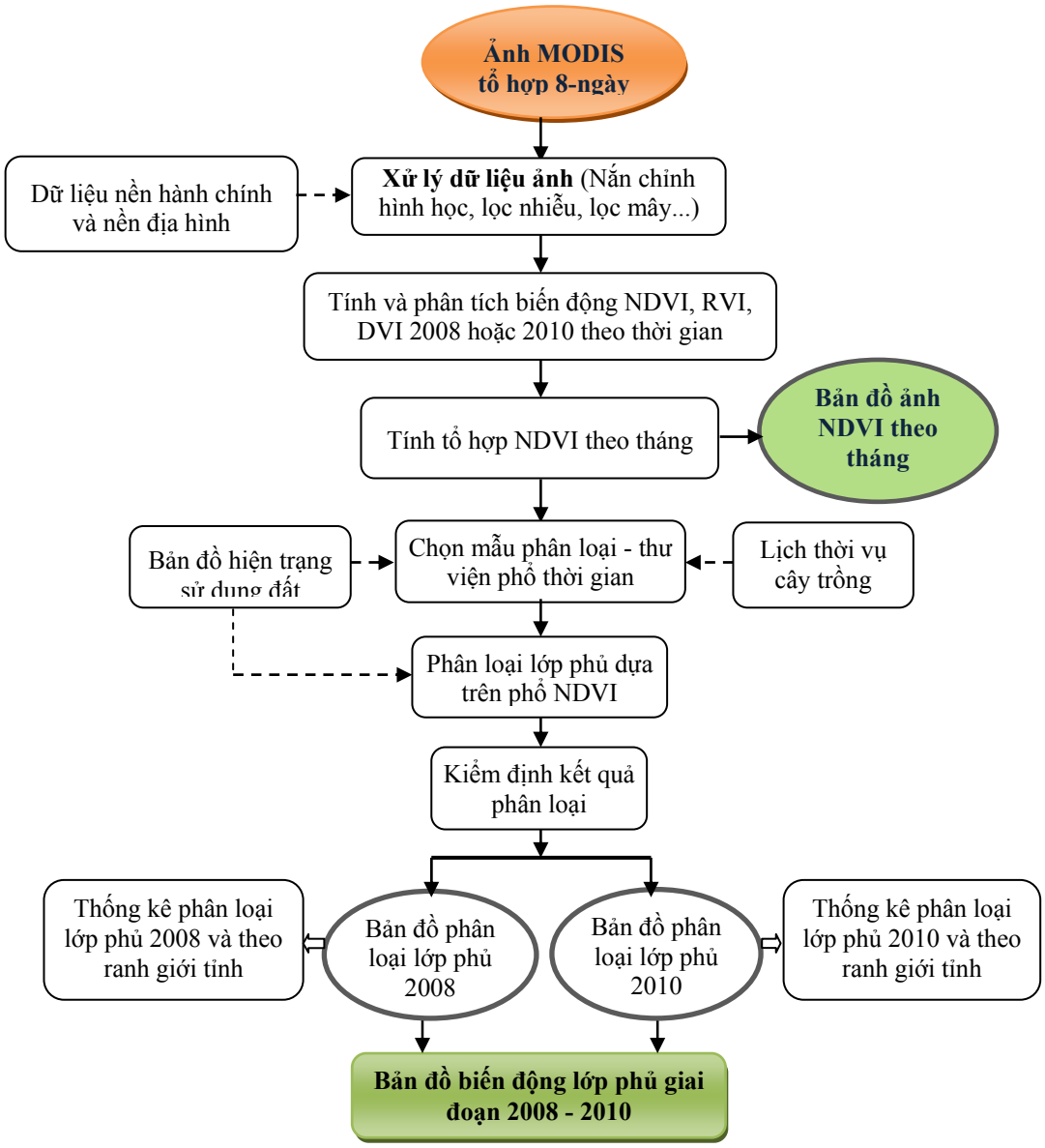
2.1.1. Quy trình thực hiện:

Để nghiên cứu mùa vụ cây trồng, lập bản đồ hiện trạng và biến động lớp phủ vùng ĐBSH năm 2008 và 2010 dựa trên dữ liệu tổ hợp MODIS 8-ngày, nhóm nghiên cứu đã tiến hành theo từng bước như được trình bày tại sơ đồ khối (Hình 2) dưới đây. Các ảnh MODIS tổ hợp 8-ngày được download về máy, sau đó được xử lý qua các bước xử lý ảnh (chuyển đổi hệ tọa độ, hiệu chỉnh hình học, cắt ảnh theo khu vực ĐBSH, lọc mây, lọc nhiễu...) và tính toán chỉ số thực vật NDVI trên từng ảnh theo công thức:

$$NDVI = (NIR-R)/(NIR+R) = (\text{Kênh 2} - \text{Kênh 1}) / (\text{Kênh 2} + \text{Kênh 1})$$

Sau đó các ảnh NDVI tổ hợp 8-ngày được sử dụng để tiếp tục tổ hợp lên ảnh tổ hợp 16-ngày và ảnh tổ hợp tháng (dựa trên thông tin về ngày thu của ảnh đó), sử dụng phương pháp tổ hợp theo giá trị cực đại (Maximum Value Composite – MVC). Đây là phương pháp truyền thống, được sử dụng khá rộng rãi trong các nghiên cứu liên quan ở trên thế giới. Phương pháp này được thực hiện trên cơ sở nguyên tắc khá đơn giản, đó là kết hợp các ảnh lấy giá trị lớn nhất của giá trị pixel trong các ảnh đầu vào cho sản phẩm đầu ra. Điều này sẽ giúp khắc phục

loại bỏ hoặc làm giảm thiểu các pixel có giá trị được giải đoán là mây (trị tuyệt đối của giá trị chỉ số NDVI nhỏ, xấp xỉ 0) hoặc các pixel bị nhiễu do các sai số hệ thống hay các nguyên nhân khác làm giảm giá trị của chỉ số NDVI so với thực tế.

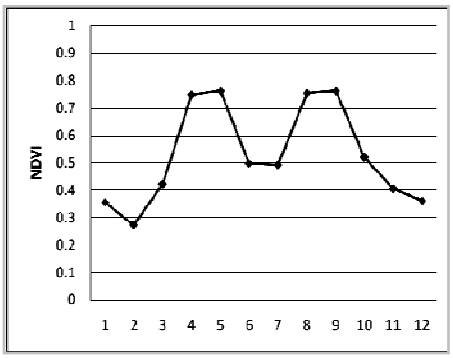


Hình 2: Sơ đồ khối quy trình thực hiện phân loại lớp phủ, nghiên cứu mùa vụ cây trồng vùng ĐBSH và theo dõi biến động năm 2008 và 2010 sử dụng dữ liệu MODIS

2.1.2. Phương pháp phân loại:

Dựa trên bản đồ sử dụng đất hiện có, hệ thống phân loại lớp phủ khu vực Đồng bằng sông Hồng năm 2008 và 2010 được xác định bao gồm 9 loại hình: (1) Đất chuyên lúa (2 vụ lúa); (2) Đất lúa – màu (2 vụ lúa và 1 vụ màu hoặc 1 vụ lúa và 2-3 vụ màu); (3) Đất lúa – cá; (4) Đất chuyên màu (Cây hàng năm khác); (5) Đất trồng cây lâu năm; (6) Đất rừng; (7) Đất thổ cư và đất chuyên dùng; (8) Mặt nước (hoặc nuôi trồng thủy sản); và (9) Đất chưa sử dụng.

Dữ liệu NDVI đã được tính tổ hợp đối với từng tháng trong năm 2008 và 2010 là dữ liệu đa kênh theo thời gian và có thể sử dụng nguyên lý "đa phổ" để xử lý và phân loại. Ở đây "kênh phổ" cần hiểu theo nghĩa rộng hơn, đó là giá trị NDVI đối với 1 tháng nào đó trong năm 2008 hoặc 2010. Như vậy, có thể sử dụng các phương pháp phân loại "đa phổ" thông thường (có kiểm định hoặc không có kiểm định) hoặc các phương pháp phân loại đặc biệt như phân loại theo đường cong phổ. Trong nghiên cứu này sau khi thử nghiệm với các phương pháp phân loại, chúng tôi lựa chọn phương pháp phân loại theo đường cong phổ áp dụng cho dữ liệu NDVI đa thời gian để phân loại lập bản đồ lớp phủ của khu vực Đồng bằng sông Hồng cho năm 2008 và 2010.



Hình 3: Biến động chỉ số NDVI theo tháng đối với lớp phủ đất chuyên lúa năm 2008

3. KẾT QUẢ

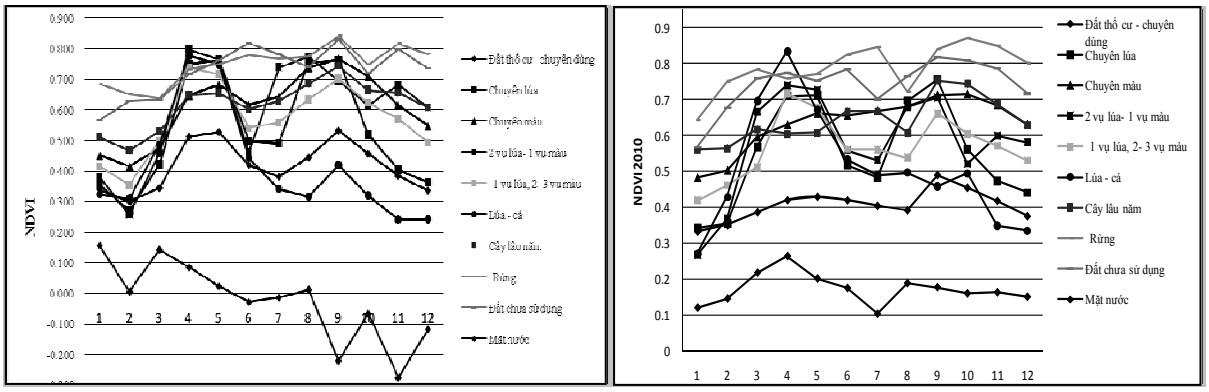
3.1. Đặc tính chỉ số thực vật NDVI của các loại lớp phủ

Phân tích biến thiên của chỉ số NDVI trong các năm 2008 và 2010 cho thấy mỗi loại lớp phủ có một đường cong phổ (biến động giá trị chỉ số NDVI) nhất định. Những đường cong phổ này cung cấp cho ta những thông tin về mùa vụ cũng như quá trình sinh trưởng của cây trồng. Nghiên cứu kỹ biến động của từng loại hình lớp phủ cho thấy cây trồng ngắn hạn (trồng lúa hoặc trồng màu) có biến động NDVI với chu kỳ rõ rệt nhất tương đối trùng với chu kỳ thời gian sinh trưởng của cây trồng. Hình 3 trình bày biến thiên với 2 cực đại của chỉ số NDVI đối với vùng đất chuyên lúa năm 2008.

Bảng 1: Biến động chỉ số NDVI theo ảnh MODIS đối với 9 nhóm lớp phủ vùng ĐBSH theo tháng trong năm 2010

Tháng	Đất thổ cư và chuyên dùng	Đất chuyên lúa	Đất chuyên màu	Đất lúa - màu		Đất lúa - cá	Đất trồng cây lâu năm	Đất rừng	Mặt nước	Đất chưa sử dụng
				2 vụ lúa- 1 vụ màu	1 vụ lúa, 2- 3 vụ màu					
1	0.333	0.340	0.481	0.266	0.419	0.268	0.560	0.643	0.122	0.568
2	0.351	0.353	0.502	0.368	0.461	0.428	0.565	0.751	0.147	0.676
3	0.387	0.568	0.594	0.665	0.510	0.696	0.617	0.784	0.218	0.758
4	0.420	0.710	0.629	0.738	0.717	0.835	0.605	0.759	0.264	0.774
5	0.429	0.711	0.660	0.726	0.676	0.671	0.607	0.772	0.202	0.751
6	0.419	0.517	0.654	0.558	0.561	0.534	0.667	0.825	0.176	0.782
7	0.404	0.483	0.668	0.530	0.561	0.490	0.667	0.848	0.105	0.700
8	0.392	0.697	0.678	0.680	0.538	0.496	0.607	0.721	0.189	0.764
9	0.489	0.756	0.711	0.705	0.660	0.458	0.753	0.840	0.178	0.816
10	0.454	0.561	0.714	0.519	0.604	0.494	0.743	0.871	0.161	0.807
11	0.418	0.473	0.683	0.598	0.571	0.348	0.687	0.850	0.164	0.786
12	0.375	0.440	0.630	0.580	0.530	0.334	0.629	0.801	0.152	0.716
TB	0.406	0.551	0.634	0.578	0.532	0.504	0.642	0.789	0.173	0.741

Bảng 1 và Hình 4 (b) cho thấy khu vực thâm canh chuyên trồng lúa năm 2010 có dạng đường cong NDVI đa thời gian với 2 cực đại (> 0.7), đặc trưng cho 2 vụ lúa (vụ chiêm xuân và vụ mùa) của Đồng bằng sông Hồng, các cực tiểu tương ứng với thời gian thu hoạch và để trống đất trồng lúa. Biên độ NDVI dao động tương đối lớn, khoảng 0.4. Theo đó, thời gian sinh trưởng tốt của lúa trưởng thành (phủ kín bề mặt ruộng) với giá trị NDVI > 0,5 là khoảng 2 – 3 tháng cộng với thời gian chuẩn bị, lúa non và thu hoạch thì phù hợp với chu kỳ 4 – 5 tháng một vụ lúa của Đồng bằng sông Hồng. Tương tự với các loại hình lớp phủ khác, chỉ số thực vật NDVI theo thời gian gắn liền với phân bố lớp phủ trên bề mặt, thể hiện quá trình sinh trưởng của nhóm lớp phủ cây trồng cũng như thể hiện rõ sự biến động do hoạt động canh tác thời vụ của con người tại vùng ĐBSH.

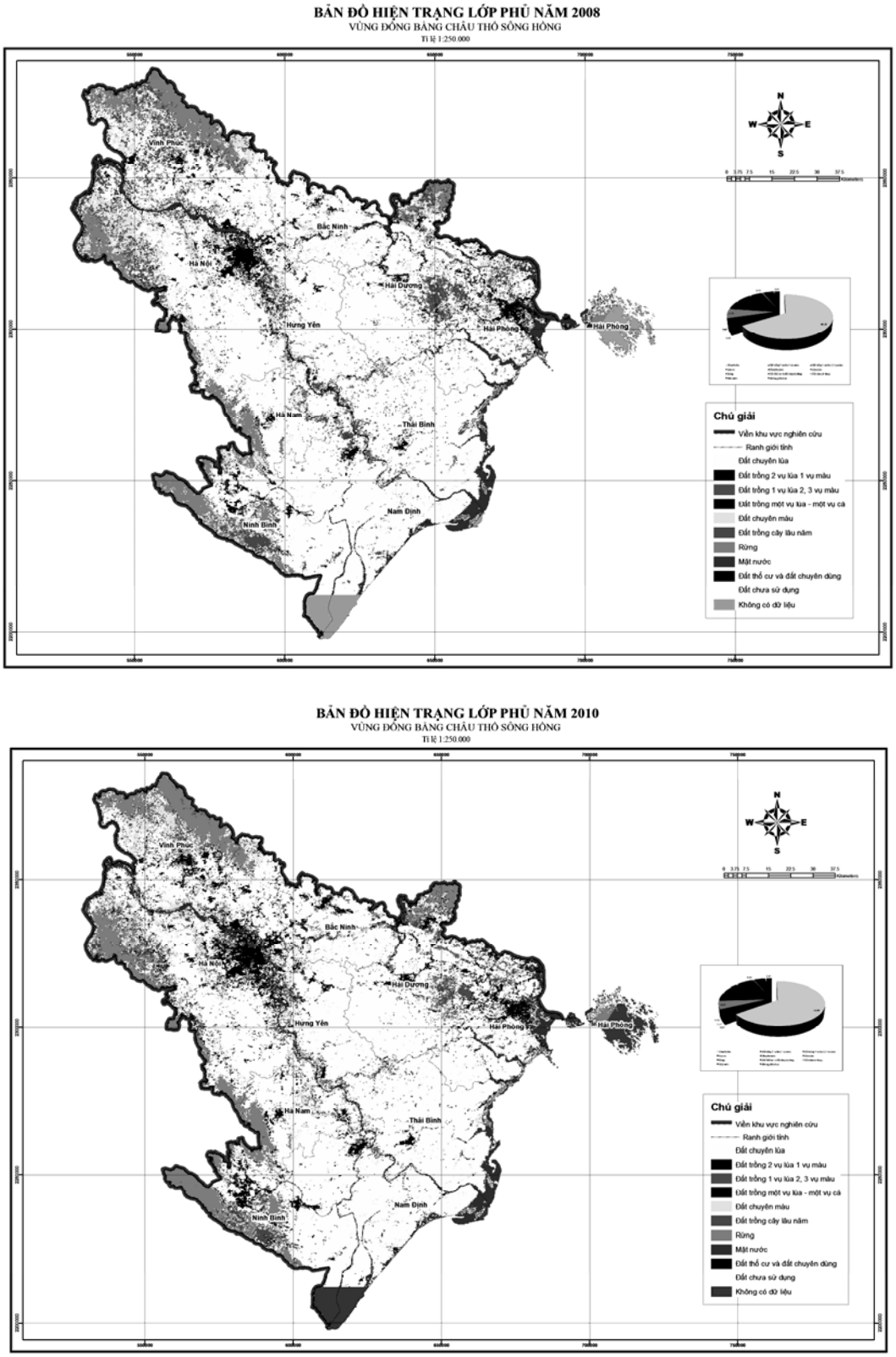


a) 2008 b) 2010

Hình 4: Biến động chỉ số NDVI theo tháng trong năm 2008 và 2010 đối với các loại hình lớp phủ vùng ĐBSH

3.2. Kết quả phân loại lớp phủ

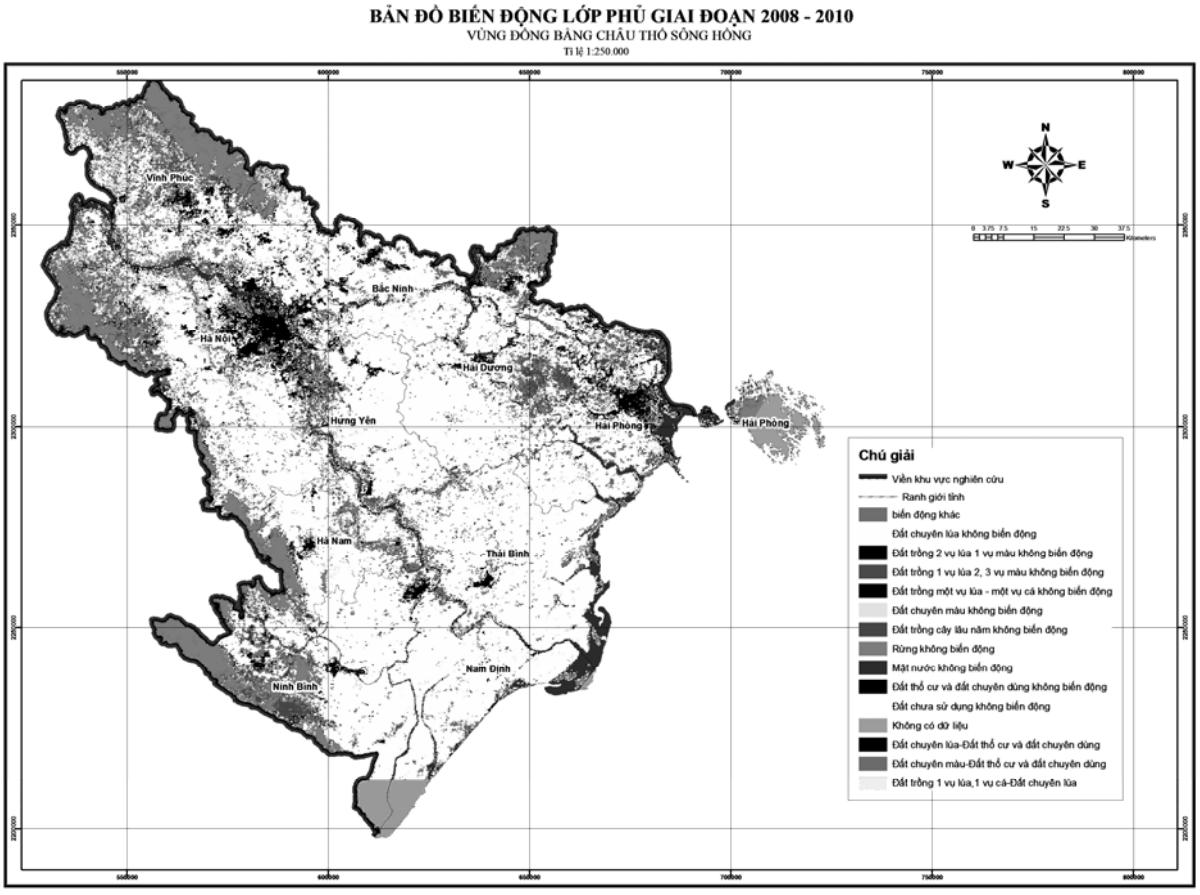
Bộ dữ liệu NDVI tổ hợp tháng của các năm 2008 và 2010 (gồm 12 kênh) đã được sử dụng để phân loại trên phần mềm ENVI 4.7 theo phương pháp phân loại có kiểm định sử dụng thuật toán Maximum Likehood. Để kiểm tra độ chính xác ảnh phân loại nhóm nghiên cứu đã so sánh kết quả phân loại với dữ liệu đáng tin cậy, các vị trí mẫu được lấy để đánh giá độ chính xác được lấy từ các bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm gần nhất, kết hợp với kết quả điều tra từ thực địa, do độ phân giải không gian của ảnh MODIS là 250m nên chỉ những mẫu nằm giữa 1 vùng lớp phủ có diện tích lớn (trên 100 ha) mới được chọn. Kết quả thu được với 72 vùng mẫu là chỉ số kappa = 0.8798, overall accuracy = 89.60%, chứng tỏ kết quả phân loại đạt yêu cầu về độ chính xác. Ảnh phân loại đạt độ chính xác theo yêu cầu (Hình 5) đã được sử dụng thành lập bản đồ hiện trạng kèm theo phân tích, thống kê lớp phủ cho khu vực Đồng bằng sông Hồng cho từng năm 2008 và 2010.



Hình 5: Bản đồ phân loại lớp phủ vùng Đồng bằng Sông Hồng năm 2008 và 2010

3.3. Kết quả theo dõi biến động

Từ bản đồ lớp phủ các năm 2008 và 2010, nhóm nghiên cứu đã tiến hành phân tích đánh giá biến động và thành lập bản đồ biến động lớp phủ ĐBSH giai đoạn 2008 – 2010 theo phương pháp hậu phân loại. Kết quả phân tích biến động cho thấy, diện tích đất chuyên lúa năm 2010 giảm so với năm 2008, từ 994,032 ha xuống 975,890 ha, chủ yếu là do chuyển đổi sang đất thổ cư và đất chuyên dùng (35,236 ha). Ngoài ra, đất chuyên lúa cũng chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác như đất trồng lúa màu. Đánh giá biến động lớp phủ thực vật khu vực Đồng bằng sông Hồng trong giai đoạn 2008 – 2010 cho thấy: Dữ liệu ảnh MODIS đảm bảo các yêu cầu cần thiết để phân tích hiện trạng, theo dõi biến động trên trên phạm vi khu vực lớn. Kết quả thu được (số liệu và bản đồ biến động) phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật đặt ra.



Hình 6: Bản đồ biến động lớp phủ đồng bằng sông Hồng giai đoạn 2008-2010

4. THẢO LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP

Dựa trên kết quả trong 3 năm qua, nhóm nghiên cứu nhận định rằng hoàn toàn có thể sử dụng dữ liệu MODIS đa thời gian trong theo dõi thường xuyên biến động sử dụng đất nông nghiệp và theo dõi lúa vùng ĐBSH. Đặc biệt, sử dụng đặc tính thời gian của NDVI cho phép phân biệt vùng đất chuyên trồng lúa với các vùng đất xen canh nhằm bổ trợ cho công tác theo dõi lúa bằng dữ liệu vệ tinh độ phân giải cao như SPOT / ASTER. Đây là một giải pháp có giá thành thấp (do dữ liệu MODIS là miễn phí, chỉ có chi phí xử lý phân tích dữ liệu) và với kết quả đã được kiểm nghiệm, hiện Viện Quy hoạch và Thiết kế nông nghiệp (NIAPP) đang

xây dựng kế hoạch để đưa vào áp dụng trong thực tế từ đầu năm 2012. Mặt khác, dữ liệu MODIS còn có thể cung cấp thông tin về nhiệt độ bề mặt và độ ẩm nên nhóm nghiên cứu đang kết hợp với NIAPP mở rộng bổ sung nghiên cứu khai thác kết hợp với các kênh MODIS khác trong theo dõi lúa cũng như nghiên cứu biến đổi khí hậu nông nghiệp trung hạn và dài hạn tại vùng ĐBSH và các vùng nông nghiệp lớn khác trên cả nước.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đình Dương, 2003, *Ứng dụng tư liệu viễn thám độ phân giải trung bình phục vụ giám sát, quản lý môi trường và tài nguyên*, Báo cáo khoa học của Cục Bảo vệ Môi trường, Bộ TN&MT, 12/2003.
2. Trần Hùng, 2007*, Sử dụng tư liệu MODIS theo dõi độ ẩm đất / thực vật bề mặt: Thử nghiệm với chỉ số mức độ khô hạn nhiệt độ - Thực vật (TVDI)*, Tạp chí Viễn thám và Địa tin học, Số 2 – 4/2007, trang 38-45.
3. Trần Hùng, Yasuoka Y., 2005. *MODIS Applications in Environmental Change Researches in the Southeast-Asian Region*, International Journal of Geoinformatics, Vol. 1(1), March 2005, pp. 117-123.
4. Trần Hùng, Ochi S., Nemoto T., Kitsuregawa M. and Yasuoka Y., 2000. *Data Acquisition and Processing System at the Institute of Industrial Science*, University of Tokyo, Presented at the *4th International Conference on Direct Broadcast of Earth Observation Data*, Dundee, Scotland (UK), June 2000.
5. Tư vấn Geo Việt, 2011, *Sử dụng ảnh MODIS nghiên cứu mùa vụ cây trồng và lập bản đồ hiện trạng lớp phủ và biến động Đồng bằng Sông Hồng giai đoạn 2008 - 2010.* Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ. Viện Quy hoạch và Thiết kế nông nghiệp, Bộ NN&PTNT.
6. Tư vấn Geo Việt, 2008. Trang Web trực tuyến về phát hiện sớm điểm cháy rừng từ dữ liệu vệ tinh (MODIS & NOAA/AVHRR) - http://www.kiemlam.org.vn/FireWatchVN, Cục Kiểm lâm, Bộ NN&PTNT.
7. Vermote, E.F. *et al.*, 1997. MODIS Surface Reflectance: ATBD (MOD 09).