

các mô hình, phương pháp cảnh báo, dự báo nhằm hỗ trợ cho dự báo viên trong nghiệp vụ dự báo mưa, lũ phục vụ phòng tránh thiên tai;

- Đã xây dựng chương trình DBLU – VN là một công cụ hỗ trợ đắc lực cho các dự báo viên: Giám sát tình hình mưa, lũ trên lưu vực một cách trực quan và nhanh nhất có thể; trích số liệu đầu vào cho các mô hình dự báo tự động; Đưa ra được tổ hợp các kết quả dự báo của các mô hình hỗ trợ các dự báo viên khi quyết định đưa ra trị số dự báo.

Tuy nhiên, đối với khu vực rộng lớn Trung Trung Bộ, chỉ có 74 trạm đo mưa, 43 trạm thủy văn (phần lớn chỉ đo mực nước) vẫn còn quá thưa so với yêu cầu. Hiện nay số liệu từ các trạm tự động mới về đến máy chủ, lưu trữ trong máy. Ngoài các số liệu từ các trạm tự động, các dữ liệu về dự báo mưa từ ảnh mây vệ tinh, radar,... cũng được kết nối với máy chủ khác của Trung tâm KTTV quốc gia và được đưa lên mạng riêng của Dự án (website ODA); các máy cá nhân có thể trực tiếp vào hệ thống theo dõi, hiển thị các số liệu tự động. Các số liệu hiện chưa kết nối để chạy tự động chương trình DBLU-VN và MIKE 11. Các mô hình dự báo trong chương trình DBLU-VN được thực hiện theo lưu vực sông với sự trợ giúp của dự báo viên. Muốn thực hiện chương trình dự báo tự động, cần thiết phải xây dựng một số phần mềm hỗ trợ (phần mềm chiết xuất số liệu tự động, phần mềm kết nối số liệu dự báo mưa số trị,...) và cần phải sửa đổi, bổ sung một số phần

mềm của chương trình DBLU-VN. Ngay như mô hình MIKE11 do dự án trang bị hiện vẫn phải xây dựng thêm phần mềm trích xuất số liệu đầu vào cho mô hình và chưa thực hiện tự động được. Cũng cần phải nêu rõ, phạm vi của Dự án giai đoạn I chỉ để cập đến xây dựng, hoàn thiện các phương án dự báo lũ (DBLU - VN) và ứng dụng mô hình MIKE cho 2 lưu vực sông; phần chạy tự động dự kiến thực hiện ở giai đoạn II.

b. Kiến nghị

- Để sử dụng tốt số liệu tức thời vào dự báo và phục vụ dự báo cần thiết phải chuyển dẫn cao độ và hiệu chỉnh thiết bị đo mực nước của các trạm tự động về chuẩn cao độ quốc gia;

- Đề nghị chuyên gia hướng dẫn sử dụng và khai thác bộ máy chủ trước khi bàn giao để có thể xử lý những sự cố thông thường xảy ra;

- CAE cần bổ sung phần mềm còn thiếu để cài đặt + chạy mô hình MIKE cho Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ;

- Cần xây dựng phần mềm kết nối số liệu tự động với số liệu chung của Trung tâm để các đơn vị khác khai thác số liệu tức thời phục vụ dự báo KTTV;

- Tiếp tục giai đoạn II để nghiên cứu ứng dụng MIKE 11 cho các lưu vực tiếp theo và xây dựng các mô hình dự báo tự động.

XÂY DỰNG MÔ HÌNH DỰ BÁO NĂNG SUẤT, SẢN LƯỢNG LÚA Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG BẰNG DỮ LIỆU ẢNH MODIS

TS. Dương Văn Khâm

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Trước những đòi hỏi của xã hội trong việc bảo đảm an ninh lương thực và tăng cường vị thế xuất khẩu gạo của Việt Nam thì công tác giám sát và dự báo năng suất, sản lượng cây lúa là hết sức quan trọng. Bài báo đã lựa chọn phương pháp nghiên cứu mới đã và đang được áp dụng ở các nước tiên tiến trên thế giới là sử dụng dữ liệu viễn thám quang học MODIS kết hợp với các số liệu khí tượng thủy văn trong việc xây dựng mô hình dự báo năng suất, sản lượng lúa ở Đồng bằng sông Hồng. Kết quả dự báo với sai số năng suất dưới 5%, và sai số tổng sản lượng trong khoảng 5% đến 10% đã chứng minh tính ưu việt của công nghệ viễn thám trong dự báo năng suất, sản lượng lúa ở nước ta.

Người đọc phản biện: TS. Nguyễn Văn Liêm

1. Đặt vấn đề

Lúa là loại cây lương thực chủ yếu đứng hàng thứ hai trên thế giới, được canh tác không chỉ ở các nước châu Á mà còn được trồng ở nhiều nước khác trên thế giới. An toàn lương thực đã trở nên quan trọng do sự phát triển nhanh của dân số thế giới đặc biệt là các nước châu Á. Vấn đề lương thực, trong đó lúa gạo, là nhu cầu thiết yếu nhất của người dân nó liên quan mật thiết đến các vấn đề quan trọng khác của nền kinh tế - xã hội. Để khống chế và cân bằng giữa nhu cầu lương thực và sản lượng lúa cung cấp, cần có một chương trình theo dõi lúa hiệu quả ở cấp vùng, quốc gia và toàn cầu. Trong bối cảnh hội nhập toàn cầu, nhất là khi nước ta đã gia nhập Tổ chức Thương mại Thế giới (WTO) và với tiềm lực của một nước xuất khẩu gạo đứng hàng thứ 2 - 3 trên thế giới thì những thông tin dự báo về năng suất cây trồng đặc biệt là thông tin dự báo năng suất và sản lượng lúa càng trở nên cấp thiết.

Cùng với sự phát triển nhanh và mạnh của công nghệ vũ trụ, rất nhiều nước trên thế giới đã ứng dụng công nghệ viễn thám trong nghiên cứu khí tượng nông nghiệp, đặc biệt là trong việc giám sát và dự báo năng suất cây trồng. Việc ứng dụng công nghệ viễn thám phục vụ khí tượng nông nghiệp (KTNN) và nông nghiệp (NN) là một trong những lĩnh vực thành công ở trên thế giới. Nhiều nghiên cứu đã cho rằng viễn thám và GIS đã làm thay đổi chất và lượng của những nghiên cứu khoa học về KTNN, thay đổi về phạm vi nghiên cứu, nội dung nghiên cứu, tính chất và phương pháp luận KTNN. Điều đó đã khẳng định viễn thám và GIS là một cuộc cách mạng trong nghiên cứu khoa học KTNN nói chung và trong công tác giám sát, dự báo năng suất lúa nói riêng.

Trước những ưu thế rõ rệt của công nghệ Viễn thám và nhu cầu cấp bách của xã hội về việc dự báo năng suất cây lúa, bài báo này trình bày các bước xây dựng mô hình dự báo năng suất, sản lượng lúa bằng dữ liệu ảnh MODIS nhằm giúp các nhà quản

lý, các cán bộ nông nghiệp và người nông dân trong việc phát triển sản xuất nông nghiệp nói chung cũng như sản xuất lúa nói riêng.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

a. Số liệu

** Số liệu năng suất, sản lượng lúa:* Số liệu năng suất, sản lượng của cây lúa vụ đông xuân và vụ mùa được thu thập để sử dụng trong nghiên cứu là số liệu năng suất trung bình và tổng sản lượng lúa của từng tỉnh từ năm 2000 đến 2009 do Tổng cục Thống kê cung cấp.

Thời vụ gieo trồng được tổng hợp từ Trung tâm Khuyến nông và Viện Quy hoạch Thiết kế Nông nghiệp - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn và trên cơ sở số liệu điều tra trực tiếp từ các tỉnh.

** Dữ liệu khí tượng*

Các tỉnh trong khu vực nghiên cứu tuy ở cùng vùng Đồng bằng sông Hồng nhưng, mỗi tỉnh có những đặc điểm riêng về điều kiện thời tiết, và ở mỗi địa phương lại có những điều kiện, kĩ thuật canh tác khác nhau trong việc trồng lúa. Do đó, để xây dựng được mô hình dự báo năng suất lúa cho từng tỉnh, cần phải thu thập đầy đủ các dữ liệu khí tượng trong khu vực nghiên cứu.

Để phục vụ cho việc sử dụng mô hình thống kê trong dự báo năng suất, các yếu tố khí tượng cơ bản ảnh hưởng tới sự biến động của năng suất lúa là số liệu mưa, nhiệt độ không khí (trung bình, tối cao, tối thấp), và tổng số giờ nắng được thu thập theo chuỗi thời gian từ 2000 đến 2009. Mỗi tỉnh có một trạm quan trắc khí tượng được chọn để lấy số liệu.

** Dữ liệu ảnh MODIS - chỉ số thực vật NDVI tổ hợp 16 ngày*

Bài báo sử dụng chỉ số thực vật NDVI trong các sản phẩm tổ hợp ảnh 16 ngày của vệ tinh MODIS (Vegetation Indices 16 - Day L3 Global 250 m - ký hiệu loại sản phẩm là MOD13Q1) [1].

Trước tiên, dữ liệu NDVI tổ hợp 16 ngày từ dạng

ảnh sẽ được tính toán thành giá trị NDVI trung bình đại diện cho trạng thái sinh trưởng trong từng thời kỳ phát triển của lúa cho từng tỉnh.

Để tương ứng với các số liệu khí tượng, dữ liệu NDVI cũng phải chuyển từ dữ liệu dạng ảnh (raster) của từng tỉnh thành giá trị trung bình tương ứng với các trạm quan trắc (hình 2). Trạng thái sinh trưởng của cây lúa trong từng giai đoạn phát triển được phản ánh qua chỉ số NDVI, do đó cần phải tách NDVI của vùng lúa ra khỏi những lớp phủ bề mặt khác trên ảnh NDVI. Điều này được thực hiện thông qua bản đồ diện tích vùng trồng lúa.

Trên hình 2 là ví dụ mô tả quá trình xử lý dữ liệu NDVI cho một năm. Tương tự như vậy, quá trình xử lý dữ liệu NDVI được thực hiện cho toàn bộ chuỗi số liệu từ năm 2000 đến 2009 (10 năm). Tất cả các thao tác, kỹ thuật xử lý ảnh viễn thám được thực hiện trên phần mềm ENVI 4.5.

b. Phương pháp nghiên cứu

Như đã biết, trong nghiên cứu khí tượng thủy văn nói chung và khí tượng nông nghiệp nói riêng ta thường gặp các bài toán hồi quy nhiều biến. Trong đó, các biến (yếu tố) khí tượng, KTNN thường có tác động qua lại ảnh hưởng lẫn nhau và ảnh hưởng đến nhân tố dự báo. Vì vậy, vấn đề đặt ra là phải xác định xem những biến nào trong các biến độc lập có ảnh hưởng đáng kể đến biến phụ thuộc, có nhất thiết tất cả các biến được chọn đều phải có mặt trong phương trình hồi quy hay chỉ là một số biến nào đó trong chúng. Phương pháp hồi quy từng bước sẽ giúp ta giải quyết vấn đề này.

Việc ứng dụng phương pháp hồi quy từng bước trong xây dựng các phương trình dự báo năng suất được thực hiện thông qua mô hình "Thống kê thời tiết - cây trồng". Mô hình thống kê thời tiết - cây trồng được xây dựng trên cơ sở nghiên cứu của các nhà nghiên cứu khí tượng nông nghiệp trên thế giới (WMO, 2000), trong đó năng suất cây trồng có thể được tách thành 3 phần do 3 nhóm yếu tố có ảnh hưởng đến năng suất như sau (hình 1):

1) Nhóm các thành phần không ngẫu nhiên; 2)

Nhóm các thành phần ngẫu nhiên, và 3) Nhóm các nhiễu ngẫu nhiên (random noises).

Một cách tổng quát, năng suất lúa được thể hiện dưới dạng công thức sau:

$$Y = Y_{xt} + Y_r + Y_x \quad (1)$$

Trong đó:

Y - năng suất cây trồng;

Y_{xt} - thành phần năng suất xu thế do nhóm các tác động không ngẫu nhiên tạo nên.

Y_x - sai số ngẫu nhiên (rất nhỏ); thường được bỏ qua trong quá trình dự báo.

Y_r - thành phần năng suất ngẫu nhiên là hàm của các điều kiện thời tiết và bức xạ quang hợp được cây lúa hấp thụ tạo nên sinh khối, và được tính:

$$Y_r = f(\text{điều kiện thời tiết, APAR}) \quad (2)$$

$$APAR = PAR * FAPAR \quad (3)$$

Trong đó: PAR - Bức xạ quang hợp (kcal/cm^2), là lượng bức xạ mặt trời trong dải phổ khoảng từ 0,4 - 0,8 μm mà cây xanh có thể hấp thụ được trong quá trình quang hợp và được tính theo công thức:

$$PAR = 1/2 * Q, \quad (4)$$

Q là bức xạ tổng cộng (kcal/cm^2)

FAPAR - Hệ số quang hợp của cây trồng (cây lúa)

$$FAPAR = \frac{(NDVI - NDVI_{\min})}{(NDVI_{\max} - NDVI_{\min})} (FAPAR_{\max} - FAPAR_{\min}) \quad (5)$$

$$FAPAR = f_c (FAPAR_{\max} - FAPAR_{\min})$$

Trong đó:

f_c - hệ số biểu hiện độ che phủ của cây trồng

FAPAR - Khả năng hấp thụ bức xạ quang hợp để tạo sinh khối của cây trồng

Các chỉ số NDVI, NDVI_{min}, NDVI_{max} là các chỉ số thực vật được tính từ dữ liệu viễn thám MODIS [2].

Các kết quả nghiên cứu xác định hệ số độ che phủ của cây lúa từ ảnh MODIS [6] cho thấy, khi cây lúa mới cấy có độ che phủ khoảng 5% thì chỉ số NDVI_{min} được lấy bằng 0,001 và khi cây lúa trong giai đoạn phát triển tốt nhất có độ che phủ là 95% thì

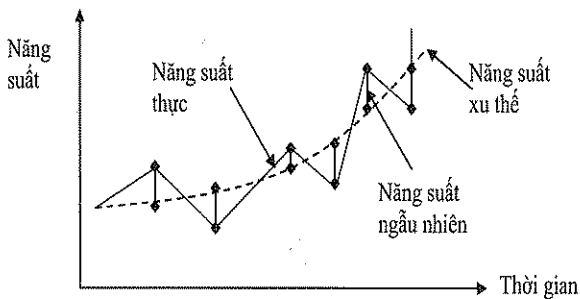
Chỉ số NDVI_{max} 0,5 (Trương Giai Hoa - 1998); FPAR_{min} = 0,001 và FPAR_{max} = 0,95 (P.J. Sellers, 1994).

Như vậy công thức (3) tính APAR có dạng:

$$APAR = PAR * 1,89762 (NDVI - 0,001) \quad (6)$$

$$FAPAR = \frac{(NDVI - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} (FPAR_{max} - FPAR_{min}) \quad (5)$$

$$FAPAR = f_c (FPAR_{max} - FPAR_{min})$$



Hình 1. Sơ đồ mô tả các thành phần của năng suất lúa theo mô hình thống kê

Trong mô hình thống kê thời tiết - cây trồng, năng suất xu thế được xác định bằng cách chọn từ một loạt hàm số theo các dạng tuyến tính, phi tuyến tính, trung bình trượt với các bước trượt khác

nhau sao cho phù hợp nhất với năng suất thực tế của các vùng đã chọn [1].

Sau khi xây dựng được phương trình dự báo, tiến hành dự tính ước lượng sản lượng lúa trên cơ sở diện tích trồng lúa được phân loại theo ảnh MODIS của từng tỉnh:

Sản lượng lúa của một ô lưới ảnh MODIS (pixel) = Y * diện tích ô pixel (7)

Y - năng suất lúa dự báo đã được xây dựng

Dữ liệu ảnh MODIS được sử dụng trong giám sát và dự báo năng suất lúa ở Đồng bằng sông Hồng có độ phân giải 250 m x 250 m và diện tích một ô pixel là 62500 m² (6.25 ha). Như vậy:

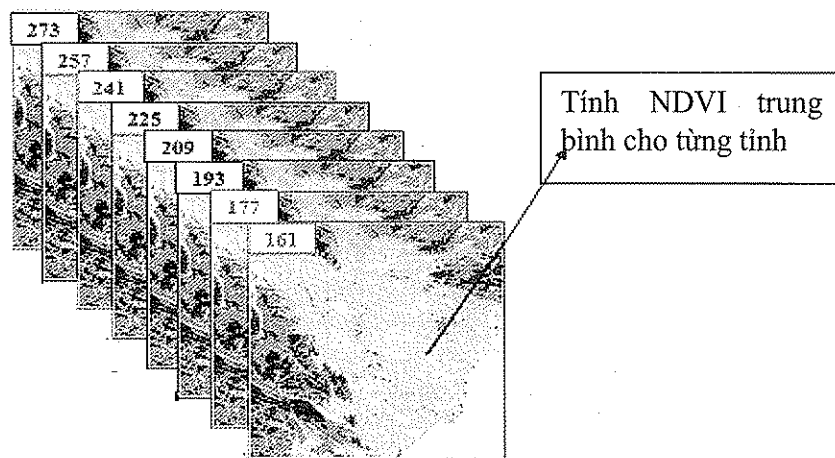
$$SL_{lúa} \text{ của } 1 \text{ pixel} = Y * 6,25 \text{ và} \quad (8)$$

$$SL_{lúa} \text{ của tỉnh} = n * \text{Sản lượng lúa } 1 \text{ pixel} = n * Y * 6,25 \quad (9)$$

Trong đó:

SL_{lúa} - Sản lượng lúa

n - số lượng pixel được xác định trồng lúa của tỉnh dự báo.

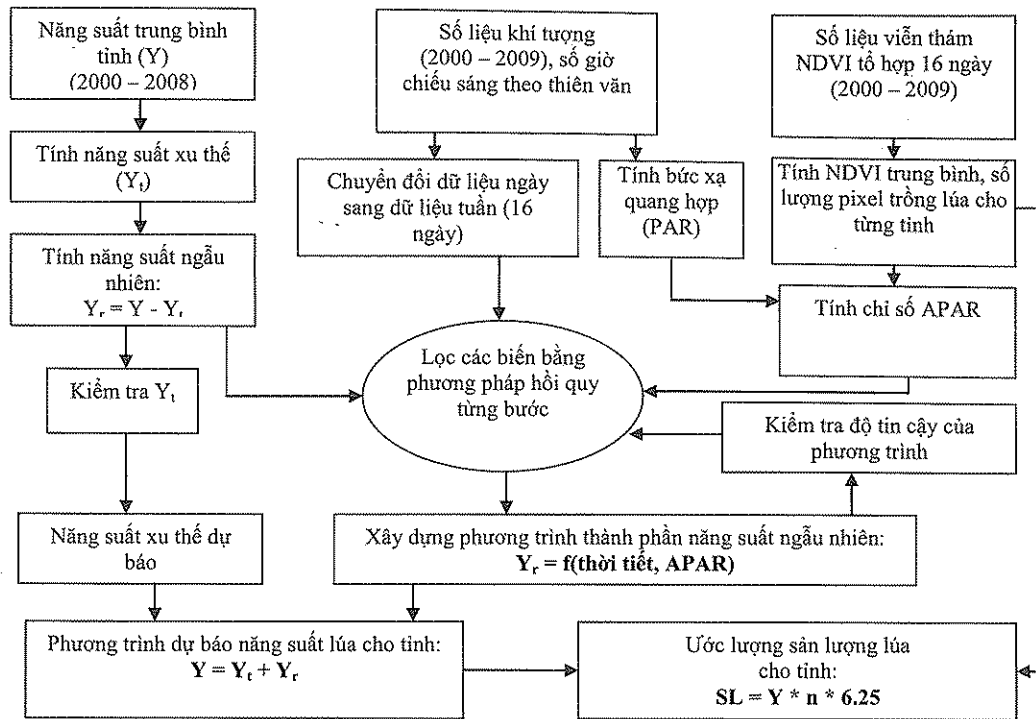


Hình 2. Mô tả quá trình xử lý dữ liệu viễn thám NDVI

3. Xây dựng phương trình dự báo năng suất lúa đông xuân và mùa ở Đồng bằng sông Hồng

a. Quy trình xây dựng mô hình dự báo năng suất

Từ cơ sở phân tích phương pháp dự báo như đã trình bày ở trên, việc xây dựng mô hình dự báo năng suất, sản lượng lúa dựa trên dữ liệu viễn thám và số liệu khí tượng được cụ thể hoá bằng các bước tiến hành ở quy trình dưới đây (hình 3).



Hình 3. Quy trình dự báo năng suất và ước lượng sản lượng lúa

b. Những yếu tố khí tượng tác động đến năng suất lúa và khả năng hấp thụ bức xạ quang hợp của cây lúa

Năng suất lúa đông xuân và mùa của các tỉnh ở đồng bằng sông Hồng phụ thuộc nhiều yếu tố, tuy nhiên ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau và đối với các tỉnh khác nhau mức độ ảnh hưởng của các yếu tố này không hoàn toàn giống nhau.

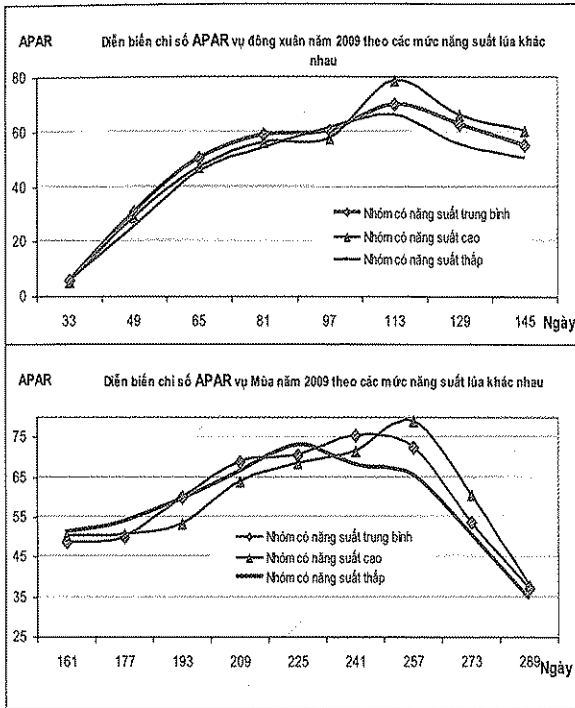
- Đối với vụ đông xuân: Năng suất lúa đông xuân chịu ảnh hưởng nhiều từ nhiệt độ không khí tối thấp và lượng mưa. Trong giai đoạn làm đòng và trổ bông (cuối tháng 3 đến cuối tháng 4) năng suất lúa tỷ lệ thuận với nhiệt độ không khí tối thấp (hệ số tương quan từ 0,5 - 0,8); trong giai đoạn trổ bông, chín năng suất lúa tỷ lệ nghịch với lượng mưa (hệ số tương quan -0,43 đến -0,68). Trong giai đoạn làm đòng đến trổ bông lượng bức xạ quang hợp được cây lúa hấp thụ để tạo sinh khối (APAR) có quan hệ cao với năng suất, hệ số tương quan từ 0,5 - 0,76.

- Đối với vụ mùa: Trong giai đoạn làm đòng, trổ bông và chín năng suất lúa mùa chịu ảnh hưởng chủ yếu của lượng mưa. Năng suất lúa tỷ lệ nghịch với lượng mưa trong giai đoạn lúa chín, hệ số tương

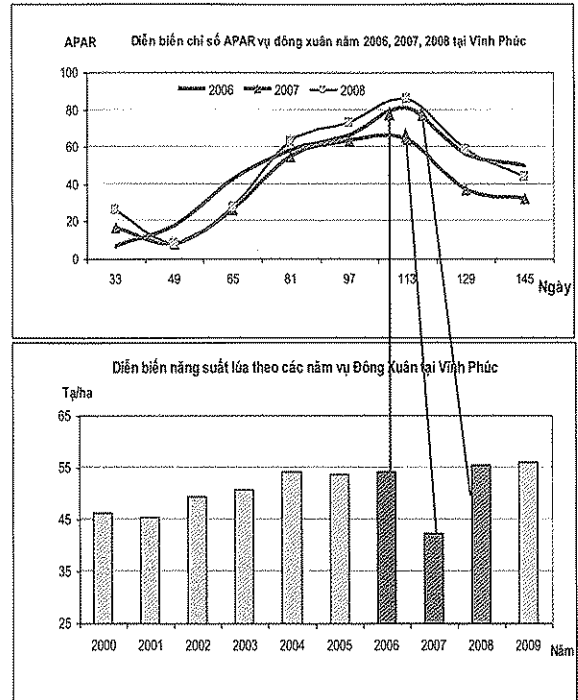
quan từ -0,42 đến -0,61. Đối với lượng hấp thụ bức xạ quang hợp để tạo sinh khối lúa ở trong vụ mùa cũng tương tự như vụ đông xuân. Trong giai đoạn làm đòng, trổ bông, năng suất lúa quan hệ rất cao với APAR (hệ số tương quan trong khoảng 0,48 - 0,72).

Ngoài ra, để chứng minh một cách rõ ràng hơn mối liên hệ giữa năng suất lúa với chỉ số APAR trong từng vụ. Từ chuỗi số liệu năng suất trên toàn vùng chúng tôi phân nhóm năng suất trung bình tỉnh thành 3 nhóm: nhóm có năng suất trung bình, nhóm có năng suất cao và nhóm có năng suất thấp, từ đó tính trung bình chỉ số APAR theo từng nhóm năng suất. Kết quả minh họa mối liên hệ giữa năng suất và chỉ số APAR trong năm 2009 được thể hiện trên hình 4 và hình 5.

Từ hình 4 nhận thấy trong giai đoạn đầu vụ khi thảm thực vật (cây lúa) còn thưa thớt khả năng quang hợp của cây lúa còn nhỏ chỉ số APAR chưa thể hiện được ảnh hưởng của nó đối với năng suất lúa, nhưng ở giai đoạn cuối làm đòng, trổ bông chỉ số này được thể hiện rất rõ rệt. Những tỉnh có năng suất cao chỉ số này cao hơn hẳn so với những tỉnh đạt năng suất thấp.



Hình 4. Diễn biến chỉ số APAR trong vụ đông xuân và vụ mùa năm 2009 của ĐB sông Hồng



Hình 5. Sơ đồ quan hệ chỉ số APAR và năng suất lúa vụ đông xuân tỉnh Vĩnh Phúc

Trên hình 5, trong vụ đông xuân (lấy tỉnh Vĩnh Phúc làm ví dụ minh họa) cho thấy, năm 2007 năng suất lúa đạt 42,3 tạ/ha (năm mất mùa) thì chỉ số APAR trong giai đoạn làm đồng, trở bông chỉ đạt 60,5; và trong các năm 2006, 2008 (2 năm được mùa) năng suất đạt 54,1 và 55,4 tạ/ha thì chỉ số APAR trong giai đoạn này rất cao (80,1 và 80,7).

c. Xây dựng phương trình dự báo năng suất lúa đông xuân và mùa ở Đồng bằng sông Hồng

Với phương pháp đã trình bày ở mục 1.2 chúng tôi đã tiến hành xây dựng các phương trình dự báo năng suất lúa đông xuân và mùa ở các tỉnh Đồng bằng sông Hồng. Các phương trình dự báo năng suất lúa cho từng tỉnh được thể hiện trên bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Phương trình dự báo năng suất lúa đông xuân (tạ/ha)

Tỉnh	Phương trình dự báo	Hệ số tương quan
Vĩnh Phúc	$Y = Y_{xt} - 47,64 + 1,96 * T8 - 0,005 * R9 + 0,02 * APAR8$	0,82
Bắc Ninh	$Y = Y_{xt} - 9,754 + 0,442 * T8 - 0,015 * R8 + 0,02 * APAR7$	0,87
Hà Nội	$Y = Y_{xt} - 17,6 + 0,981 * T6 + 0,003 * APAR8$	0,81
Hải Phòng	$Y = Y_{xt} - 14,64 + 0,644 * T7 - 0,024 * R7 + 0,026 * APAR7$	0,76
Hải Dương	$Y = Y_{xt} - 10,18 + 0,44 * T8 - 0,02 * R8 + 0,022 * APAR6$	0,85
Hưng Yên	$Y = Y_{xt} - 10,97 + 0,443 * T8 - 0,014 * R8 + 0,015 * APAR8$	0,91
Thái Bình	$Y = Y_{xt} - 14,27 + 0,56 * T8 - 0,021 * R7 + 0,03 * APAR7$	0,81
Nam Định	$Y = Y_{xt} - 17,55 + 0,612 * T8 - 0,013 * R4 + 0,029 * APAR7$	0,75
Hà Nam	$Y = Y_{xt} - 3,45 + 0,116 * T9 - 0,017 * R4 + 0,01 * APAR6$	0,88
Ninh Bình	$Y = Y_{xt} - 2,29 + 0,045 * T8 + 0,013 * R10 + 0,002 * APAR7$	0,83

Bảng 2. Phương trình dự báo năng suất lúa vụ mùa (tạ/ha)

Tỉnh	Phương trình dự báo	Hệ số tương quan
Vĩnh Phúc	$Y = Y_{xt} - 1,516 + 0,009 \cdot R_6 + 0,11 \cdot APAR_5$	0,79
Bắc Ninh	$Y = Y_{xt} - 1,124 - 0,004 \cdot R_4 + 0,029 \cdot APAR_7$	0,77
Hà Nội	$Y = Y_{xt} - 3,114 + 0,001 \cdot R_5 + 0,044 \cdot APAR_5$	0,84
Hải Phòng	$Y = Y_{xt} - 3,7 - 0,01 \cdot R_9 + 0,04 \cdot APAR_6$	0,82
Hải Dương	$Y = Y_{xt} - 2,348 - 0,002 \cdot R_9 + 0,031 \cdot APAR_6$	0,74
Hưng Yên	$Y = Y_{xt} - 1,582 + 0,001 \cdot R_8 + 0,021 \cdot APAR_6$	0,86
Thái Bình	$Y = Y_{xt} - 11,91 - 0,01 \cdot R_9 + 0,17 \cdot APAR_5$	0,82
Nam Định	$Y = Y_{xt} - 5,33 - 0,02 \cdot R_9 + 0,09 \cdot APAR_5$	0,76
Hà Nam	$Y = Y_{xt} - 1,21 - 0,006 \cdot R_9 + 0,02 \cdot APAR_5$	0,88
Ninh Bình	$Y = Y_{xt} - 4,58 - 0,02 \cdot R_9 + 0,09 \cdot APAR_5$	0,77

Trong đó: Y - Năng suất dự báo (tạ/ha); Y_{xt} - Năng suất xu thế (tạ/ha); T - Nhiệt độ KK tối thấp trung bình tuần (tuần: 16 ngày); R- Tổng lượng mưa tuần; APAR - Lượng bức xạ quang hợp được cây lúa hấp thụ để tạo sinh khối; Các chỉ số đi kèm các nhân tố dự báo theo số thứ tự tuần.

d. Kiểm nghiệm và đánh giá kết quả dự báo năng suất lúa

Kiểm nghiệm và đánh giá kết quả dự báo năng suất lúa để xác định mức độ tin cậy của mô hình dự báo và đánh giá khoảng dao động của sai số dự báo là vô cùng quan trọng. Phương trình dự báo sẽ được kiểm chứng, chọn lọc và đánh giá dựa trên cơ sở so sánh mức độ phù hợp của các kết quả tính năng suất theo mô hình đã chọn so với năng suất thực. Mức độ phù hợp của kết quả tính năng suất theo mô hình so với năng suất thực được đánh giá

chủ yếu dựa trên cơ sở tính toán và so sánh các chỉ tiêu về sai số cho phép (Scf) và sai số dự báo (Sđự báo).

Kết quả dự báo cho từng vụ từng năm được tính là đúng nếu sai số dự báo nhỏ hơn hoặc bằng sai số cho phép.

Từ những công thức tính sai số, kết quả dự báo cho từng tỉnh [1] được kiểm nghiệm và đánh giá một cách khách quan. Kết quả kiểm chứng chất lượng dự báo năng suất lúa cho từng tỉnh được dẫn ra trong bảng 3 và 4.

Bảng 3. Kết quả kiểm chứng chất lượng dự báo năng suất lúa vụ đông xuân năm 2009 của các tỉnh trên cơ sở số liệu độc lập (tạ/ha)

TT	Tỉnh	Năng suất dự báo	Năng suất thực	Sai số dự báo (tạ/ha)	% Sai số dự báo (%)
1	Hà Nội	59,2	58,3	0,89	1,5
2	Vĩnh Phúc	55,4	56,1	-0,72	1,3
3	Bắc Ninh	65	64,2	0,94	1,5
4	Hải Dương	63,9	64,6	-0,71	1,1
5	Hải Phòng	63,8	62,9	0,876	1,4
6	Hưng Yên	63,2	64,3	-1,06	1,6
7	Thái Bình	69,6	70,3	-0,68	1,0
8	Hà Nam	64,3	63,1	1,182	1,9
9	Nam Định	67,5	67,5	0,03	0,1
10	Ninh Bình	63,03	63	0,034	0,1

Bảng 4. Kết quả kiểm chứng chất lượng dự báo năng suất lúa vụ mùa năm 2009 của các tỉnh trên cơ sở dữ liệu độc lập (tạ/ha)

TT	Tỉnh	Năng suất dự báo	Năng suất thực	Sai số dự báo (tạ/ha)	% Sai số dự báo (%)
1	Hà Nội	53,77	53,3	0,47	0,88
2	Vĩnh Phúc	55,7	55,8	-0,18	0,11
3	Bắc Ninh	52,9	53,1	-0,17	0,33
4	Hải Dương	55,9	56,8	-0,92	1,62
5	Hải Phòng	54,8	55,8	-0,98	1,87
6	Hưng Yên	60,7	61,2	-0,51	0,83
7	Thái Bình	65	62,5	2,54	4,06
8	Hà Nam	56,8	56,4	0,36	0,64
9	Nam Định	47,2	44,9	2,08	4,38
10	Ninh Bình	58,8	56,1	2,71	4,83

Từ bảng 3 và bảng 4 có thể nhận thấy rằng, các phương trình dự báo năng suất lúa vụ đông xuân và mùa cho kết quả tương đối tốt. Đối với kết quả kiểm tra trên số liệu độc lập cho thấy, sai số dự báo trong 2 vụ đông xuân và mùa năm 2009 đều dưới 5%.

Từ những phân tích trên có thể rút ra rằng: mô hình dự báo năng suất lúa đông xuân và mùa ở các tỉnh Đồng bằng sông Hồng cho kết quả khá tốt, kết quả dự báo đã thể hiện khá thực tế năng suất lúa vụ đông xuân và mùa. Tuy nhiên, do dữ liệu MODIS là dữ liệu viễn thám mới, số liệu này trước năm 2000 chưa có nên độ dài chuỗi số liệu dùng trong mô hình hồi quy chưa dài, nên để khẳng định được độ chính xác cao của các phương trình đã xây dựng cần phải kiểm chứng thêm bằng các số liệu độc lập cho một số năm tiếp theo.

4. Ước lượng sản lượng lúa đông xuân và mùa

Trên cơ sở các phương trình dự báo năng suất lúa vụ đông xuân và mùa vùng Đồng bằng sông Hồng, thông qua phương pháp đã đề cập ở trên (công thức 9), chúng tôi tiến hành ước lượng sản lượng lúa đông xuân và mùa cho các tỉnh (Bảng 5, 6) và kết quả kiểm nghiệm sản lượng lúa đông xuân và mùa được thể hiện trên bảng 7.

Trên bảng 7 nhận thấy trong 20 trường hợp ước lượng sản lượng lúa vụ đông xuân thì có 5 trường hợp sai số dưới 5% (chiếm 25%) và 15 trường hợp

sai số từ 5% - 10% (chiếm 75%). Đối với vụ mùa trong 20 trường hợp có 10 trường hợp sai số dưới 5% (chiếm 50%) và 10 trường hợp sai số từ 5% - 10% (chiếm 50%).

5. Kết luận

Bài báo đã xây dựng mô hình dự báo năng suất, và sản lượng lúa trên cơ sở dữ liệu viễn thám được tích hợp với dữ liệu khí tượng, KTNN. Kết quả của quá trình dự báo đã phản ánh đầy đủ sự tác động của những điều kiện thời tiết trong từng giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây lúa đến sự hình thành năng suất, sản lượng của chúng. Bài báo đã bổ sung thêm một dữ liệu quan trọng vào phương pháp dự báo năng suất cây trồng thông qua chỉ số NDVI là lượng bức xạ quang hợp được cây trồng hấp thụ APAR trong chuỗi dữ liệu ảnh viễn thám MODIS độ phân giải 250 m từ năm 2000 – 2009. Trên cơ sở kiểm nghiệm các kết quả dự báo năng suất lúa vùng Đồng bằng sông Hồng cho thấy các sai số dự báo đều nằm trong ngưỡng cho phép. Về mặt thực tiễn, kết quả của bài báo là một nguồn tư liệu rất hữu ích cho các nhà quản lý, các cán bộ nông nghiệp và người nông dân trong quy hoạch sản xuất nông nghiệp nói chung cũng như sản xuất lúa nói riêng. Về mặt khoa học, bài báo đã phát triển một phương pháp nghiên cứu mới, một nguồn số liệu mới, khẳng định khả năng của viễn thám quang học trong việc giám sát, dự báo năng suất, sản lượng lúa phù hợp với thực tiễn hiện nay ở Việt Nam.

Bảng 5. Kết quả ước lượng sản lượng lúa Đông xuân vùng Đồng bằng sông Hồng

Đơn vị: nghìn tấn

Năm	Bắc Ninh	Hà Nội	Vĩnh Phúc	Hải Dương	Hung Yên	Hải Phòng	Hà Nam	Nam Định	Ninh Bình	Thái Bình
2000	217,9	575,9	171,4	449,8	268,0	257,0	206,0	543,8	257,1	564,5
2001	218,7	612,3	166,5	422,0	261,7	260,5	206,9	556,9	265,2	568,4
2002	241,7	647,4	195,1	430,4	267,2	258,8	214,4	529,4	265,3	585,4
2003	261,3	652,9	205,0	458,4	292,6	282,1	222,9	577,4	268,1	620,0
2004	249,4	575,5	211,7	435,1	279,9	281,2	239,6	551,5	274,4	583,8
2005	207,8	556,3	205,8	436,1	288,5	280,8	233,2	558,9	280,1	648,7
2006	201,6	559,8	204,7	419,9	283,1	281,6	243,6	524,0	280,5	633,2
2007	203,0	504,7	159,6	406,7	273,0	248,9	233,6	518,4	259,0	512,8
2008	229,1	635,7	167,1	456,5	285,2	279,5	241,2	538,3	279,9	586,0
2009	238,1	658,8	191,4	435,8	291,2	232,1	233,3	505,3	284,8	539,9

Bảng 6. Kết quả ước lượng sản lượng lúa mùa vùng Đồng bằng sông Hồng

Đơn vị: nghìn tấn

Năm	Bắc Ninh	Hà Nội	Vĩnh Phúc	Hải Dương	Hung Yên	Hải Phòng	Hà Nam	Nam Định	Ninh Bình	Thái Bình
2000	204,4	585,2	161,7	388,6	266,7	231,3	189,5	415,9	188,4	469,5
2001	222,7	506,2	142,3	389,7	264,0	243,6	196,8	424,9	192,1	451,5
2002	203,2	534,3	163,0	390,4	244,3	236,1	188,4	412,0	214,7	527,4
2003	216,7	585,1	177,6	380,0	257,8	241,9	173,5	399,2	172,7	411,1
2004	201,6	549,6	174,1	350,6	241,2	246,5	180,0	405,0	206,0	472,6
2005	206,8	550,8	151,5	346,5	254,0	212,1	169,4	286,8	156,2	376,3
2006	205,5	533,1	142,1	342,7	248,3	213,0	187,4	395,2	212,0	497,9
2007	212,1	558,8	174,6	353,2	239,7	231,5	202,9	423,7	203,7	511,7
2008	208,6	581,0	149,5	357,0	260,4	238,3	210,8	412,5	223,3	513,2
2009	216,4	617,0	158,6	372,8	267,1	243,4	222,0	363,7	244,1	556,9

Bảng 7. Kết quả kiểm nghiệm ước lượng sản lượng vụ Đông xuân và Mùa năm 2008, 2009 vùng Đồng bằng sông Hồng

STT	Tên tỉnh	Vụ Đông xuân				Vụ Mùa			
		2008		2009		2008		2009	
		Sai số (nghìn tấn)	Sai số %	Sai số (nghìn tấn)	Sai số %	Sai số (nghìn tấn)	Sai số %	Sai số (nghìn tấn)	Sai số %
1	Bắc Ninh	12.2	5	1.3	0.5	-9.6	4.8	-17.3	8.7
2	Hà Nội	-30.7	5.1	-57.4	9.5	-8.2	1.4	-63.9	9.1
3	Vĩnh Phúc	-1.9	1.2	-15.2	8.6	-13.2	9.7	-11.6	7.9
4	Hải Dương	-43.2	8.5	-22.4	5.4	-12.6	3.6	-14.8	4.1
5	Hung Yên	-19.9	7.5	-32.2	9.4	-11.2	4.5	-15.1	6.0
6	Hải Phòng	-25.2	9.9	20.2	8.0	-16.7	7.5	-7.4	3.1
7	Hà Nam	-27	7.6	-14.4	6.6	-8.7	4.3	-20.6	9.2
8	Nam Định	-18.9	3.6	23.5	4.4	-2.9	0.7	-3.4	0.9
9	Ninh Bình	-23.8	9.3	-23.9	9.2	-11.5	5.4	-20.9	9.4
10	Thái Bình	3.4	0.6	45.4	7.7	2.6	0.5	-32.2	6.1

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Hà (2008), Nghiên cứu dự báo năng suất ngô, đậu tương, lạc và xây dựng quy trình giám sát khí tượng nông nghiệp cho 4 cây trồng chính (lúa, ngô, lạc, đậu tương) bằng thông tin mặt đất ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp bộ, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
2. Dương Văn Khâm (2006) "Nghiên cứu áp dụng công nghệ viễn thám (RS) và hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong khí tượng thủy văn" Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp bộ, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
3. Lâm Đạo Nguyên, Lê Toàn Thủy, Nicolas Flourey (2007), "Dự báo năng suất lúa sử dụng tư liệu viễn thám vệ tinh: Kết quả nghiên cứu bước đầu tại đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam", Đặc san Viễn thám và địa tin học, 2, pp 1-7.
4. Sakamoto, T., Masayuki Yokozawa, Hitoshi Toritani, Michio Shibayama, Naoki Ishitsuka, Hiroyuki Ohno (2005), "A crop phenology detection method using time-series MODIS data", Remote Sensing of Environment, 96, 366 – 374.
5. Xiao, X., Boles, S., Frohling, S., Salas, W., Moore, B., Li, C., et al. (2002a), "Landscape-scale characterization of cropland in China using VEGETATION and Landsat TM images", International Journal of Remote Sensing, 23, 3579– 3594.
6. Yang Xiaohuan, Liu Honghui. Dynamic properties of absorbed photosynthetic active radiation (APAR) and its relation to crop yield/ Jiang Dong, Wang Naibin, Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101, China SSCSA, 2002, 18 (1): 51 – 54
7. Điền Quốc Lương. Dự báo năng suất và sản lượng lúa bằng công nghệ viễn thám. Tạp chí viễn thám môi trường, Bắc Kinh, 1989. (Nguyên bản tiếng Trung Quốc).