

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

Báo cáo học thuật

GIÁM SÁT SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY LÚA VÙNG
ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG BẰNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM

Người thực hiện:

GVC.TS. Lê Thị Thu Hà

HÀ NỘI, 2024

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1.... TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM TRONG GIÁM SÁT SINH TRƯỞNG LÚA.....	9
1.1 Viễn thám và các đặc điểm của ảnh viễn thám	9
1.2 Khái niệm các giai đoạn sinh trưởng cây lúa	12
1.3 Tổng quan các nghiên cứu đặc tính hóa sinh thực vật từ dữ liệu viễn thám trên thế giới.....	18
1.4 Tổng quan các nghiên cứu liên quan đến các giai đoạn sinh trưởng cây lúa từ dữ liệu viễn thám trong nước	20
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ KHOA HỌC TRONG ƯỚC TÍNH ĐẶC TÍNH HÓA LÝ CÂY LÚA TỪ DỮ LIỆU VIỄN THÁM	27
2.1 Cơ sở khoa học của phép đo phổ trong nghiên cứu các giai đoạn sinh trưởng cây lúa	
2.1.1 Nguồn năng lượng	
2.1.2 Các dải sóng dùng để nghiên cứu lúa trong viễn thám	
2.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến phản xạ phổ ở cây lúa.....	
2.2.1 Thành phần cấu tạo lá.....	
2.2.2 Chlorophyll.....	
2.2.3 Hàm lượng nước trong lá	
2.2.4 Ảnh hưởng của góc tới của ánh sáng	
2.2.5 Ảnh hưởng của góc quan sát	
2.2.6 Vị trí tương đối giữa mặt trời và góc nhìn.....	
2.2.7 Cấu trúc tán.....	
2.3 Đặc trưng phản xạ phổ của các đối tượng trong tự nhiên	
2.3.1 Đặc trưng phản xạ phổ của đất	
2.3.2 Đặc trưng phản xạ phổ của nước.....	
2.3.3 Đặc trưng phản xạ phổ của thực vật.....	
2.3.4 Đặc trưng phổ phản xạ phổ của nhóm cây lúa	
2.4 Ước tính đặc tính hóa sinh thực vật cây lúa từ dữ liệu viễn thám sử dụng mô hình chuyển đổi bức xạ.....	
CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐẶC TÍNH HÓA LÝ CÂY LÚA KHU VỰC ĐỒNG THÁP	37
3.1 Điều kiện tự nhiên xã hội khu vực tỉnh Đồng Tháp.....	
3.1.1 Vị trí địa lý.....	
3.1.2 Địa hình	
3.1.3 Địa chất.....	

3.1.4	Khí hậu	
3.1.5	Chế độ thủy văn.....	
3.1.6	Đặc điểm môi trường.....	
3.1.7	Đặc điểm kinh tế xã hội.....	
3.2	Đặc điểm chung về quá trình sinh trưởng lúa tại Đồng Tháp	
3.3	Đặc trưng sinh học của cây lúa tại Đồng Tháp	
3.4	Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu	37
3.4.1	Lựa chọn chỉ số sinh hóa	38
3.4.2	Dữ liệu thực địa	
3.4.3	Dữ liệu viễn thám	38
3.4.4	Mô hình chuyển đổi bức xạ	
3.4.5	Xác định đối tượng lúa trên ảnh vệ tinh	39
3.4.6	Tái cấu trúc dữ liệu không gian	40
3.5	Đánh giá độ chính xác	40
3.6	Kết quả.....	41
3.6.1	Mô hình ước tính đặc tính hóa sinh thực vật.....	
3.6.2	Độ chính xác của mô hình	
3.6.3	Tái cấu trúc dữ liệu.....	
3.6.4	Thành lập chuỗi bản đồ giai đoạn quan sát	
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ		
TÀI LIỆU THAM KHẢO		60

CÁC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

GIS	Geographic Information System
LAI	Leaf Area Index
CCC	Canopy Chlorophyll Content
LCC	Leaf Chlorophyll Content
CWC	Canopy Water Content
NIR	Near Infrared
SWIR	Short wavelength infrared

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Sơ đồ hệ thống viễn thám.....	9
Hình 1.2. Biểu diễn chuyển động của bức xạ điện từ.....	10
Hình 1.3. Các dải sóng	11
Hình 1.4. Nguyên tắc phản xạ phổ của một số đối tượng	11
Hình 1.5. Đặc trưng phản xạ phổ của một số đối tượng thực phủ	12
Hình 1.8. Mối quan hệ giữa phổ phản xạ và chỉ số diện tích lá Leaf Area Index (LAI) ..	
Hình 3.10. Quy trình nghiên cứu tổng thể.....	37

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), được biết đến là khu vực cung cấp sản lượng lúa phục vụ nhu cầu an ninh lương thực không những cho quốc gia, mà còn cho khu vực và quốc tế. ĐBSCL từ lâu luôn được coi là “vựa lúa” của Việt Nam và trên thế giới. Danh xưng này mang đến sứ mệnh đảm bảo an ninh lương thực, những cũng vì thế mà tạo ra các tác động tiêu cực như tình trạng thâm canh lúa kéo dài, cũng như lạm dụng các chế phẩm hóa học để tăng cường năng suất một cách không có kiểm soát. Môi trường tự nhiên, từ chỗ là một ưu thế của vùng, nay trở thành vấn đề thách thức khi phải đối mặt với nhiều hệ lụy tiêu cực do canh tác nông nghiệp kém bền vững tạo ra. Tác động này còn mạnh mẽ hơn do ảnh hưởng của các hiện tượng suy giảm tài nguyên mùa lũ vùng thượng nguồn, hạn mặn vùng cửa sông ven biển, và thời tiết cực đoan.

Sản xuất lúa ở ĐBSCL nói chung và của Đồng Tháp nói riêng đóng vai trò quan trọng trong sản xuất nông nghiệp của Việt Nam, do đó việc giám sát được các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây lúa dựa vào các chỉ số sinh học sẽ giúp cho việc quản lý sản xuất nông nghiệp được kịp thời, giúp cho nông hộ cũng như nhà quản lý có kế hoạch cụ thể cho sản xuất. Tuy nhiên, chi phí cho việc điều tra thực tế về sinh trưởng của cây lúa tốn rất nhiều thời gian cũng như chi phí.

Lĩnh vực viễn thám trong nông nghiệp đã trở thành một lĩnh vực lớn mạnh đã gặt hái được nhiều thành tựu trong nghiên cứu và ứng dụng ở Việt Nam. Việc sử dụng tư liệu viễn thám đã giúp cho việc giám sát nông nghiệp nói chung cũng như cây lúa nói riêng trở nên dễ dàng hơn.

An ninh lương thực vẫn sẽ là mối quan tâm toàn cầu trong ít nhất 50 năm tiếp theo. Sản xuất nông nghiệp chịu áp lực ngày càng tăng do bởi thay đổi về gia tăng dân số, nhu cầu dinh dưỡng và khí hậu khắc nghiệt. Do tác động kép này, các biện pháp giám sát lúa một cách chính xác, trên quy mô khu vực rộng lớn, với tần suất đều đặn là rất cần thiết để đảm bảo vấn đề ổn định và gia tăng lương thực toàn cầu, trong khi phải đối mặt với thách thức về giảm thiểu phát thải khí nhà kính.

Về mặt khoa học, nghiên cứu đưa ra một hướng tiếp cận mới nhằm mô hình hóa việc tính toán các chỉ số đặc trưng cho quá trình sinh trưởng và phát triển của cây lúa, từ đó đánh giá các hình thái học của cây lúa trong từng giai đoạn cụ thể dựa trên tư liệu ảnh viễn thám, từ đó thành lập cơ sở khoa học và hàm tính toán các chỉ số thực vật phục vụ cho giám sát lúa. Nghiên cứu cũng sẽ là cơ sở để ứng dụng cho việc theo dõi nhưng thay đổi thực tế về chất và lượng của cây lúa tỉnh Đồng Tháp từ ảnh viễn thám, phục vụ cho

thống kê báo cáo cũng như đề xuất các giải pháp phát triển bền vững sự phát triển cây lúa.

2. Mục tiêu của đề tài

Ứng dụng công nghệ viễn thám trong giám sát sự phát triển của cây lúa vùng đồng bằng sông Cửu Long

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài

Nghiên cứu này được giới hạn trong phạm vi sau đây:

Đối tượng nghiên cứu: Xuất phát từ yêu cầu của đề tài, đối tượng nghiên cứu của luận án giới hạn trong các vấn đề về ứng dụng công nghệ viễn thám giám sát đặc tính sinh trưởng của cây lúa, sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh quang học độ phân giải cao Landsat 8 và Sentinel2

Phạm vi nghiên cứu: Giới hạn trong lãnh thổ hành chính huyện tỉnh Đồng Tháp

Thời gian nghiên cứu: Luận văn nghiên cứu trong giai đoạn năm 2023

4. Nội dung nghiên cứu

Để đạt được những yêu cầu đã đề ra, đề tài cần đi đến giải quyết những nội dung sau:

Nội dung 1: Nghiên cứu tổng quan về công nghệ viễn thám trong giám sát sự phát triển của cây lúa

Nội dung 2: Nghiên cứu đề xuất quy trình ước tính sự phát triển của cây lúa

Nội dung 3: Thực nghiệm thành lập bản đồ sinh trưởng lúa tỉnh Đồng Tháp

5. Phương pháp nghiên cứu và kỹ thuật sử dụng

5.1 Các phương pháp nghiên cứu

1. Phương pháp phân tích và tổng hợp: Phục vụ cho phần tổng quan luận án;
2. Phương pháp viễn thám: Xử lý và phân loại ảnh vệ tinh;
3. Phương pháp thống kê: Thống kê các số liệu về sử dụng đất;
6. Phương pháp thực nghiệm thực địa: Thu thập và xác định các mẫu đối tượng trên thực địa nhằm kiểm chứng độ chính xác phân loại ảnh vệ tinh.

5.2 Các phần mềm được luận án sử dụng

Phần mềm xử lý ảnh SNAP

Sử dụng phần mềm ArcGIS 10.3

Phần mềm Excel

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

So với các phương pháp truyền thống, phương pháp tiếp cận dựa trên dữ liệu vệ tinh quan sát trái đất và các giải pháp địa không gian của đề tài giúp các cán bộ kỹ thuật, các nhà quản lý có thêm một công cụ hữu hiệu trong theo dõi, giám sát tài nguyên nói chung và tài nguyên rừng ngập mặn nói riêng. Nó không chỉ kết hợp được nhiều nguồn dữ liệu hiện có ở các địa phương, đơn vị mà còn cho phép đánh giá nhanh, theo dõi trên diện rộng, trong một khoảng thời gian dài mà lại không mất nhiều thời gian, chi phí và nhân lực.

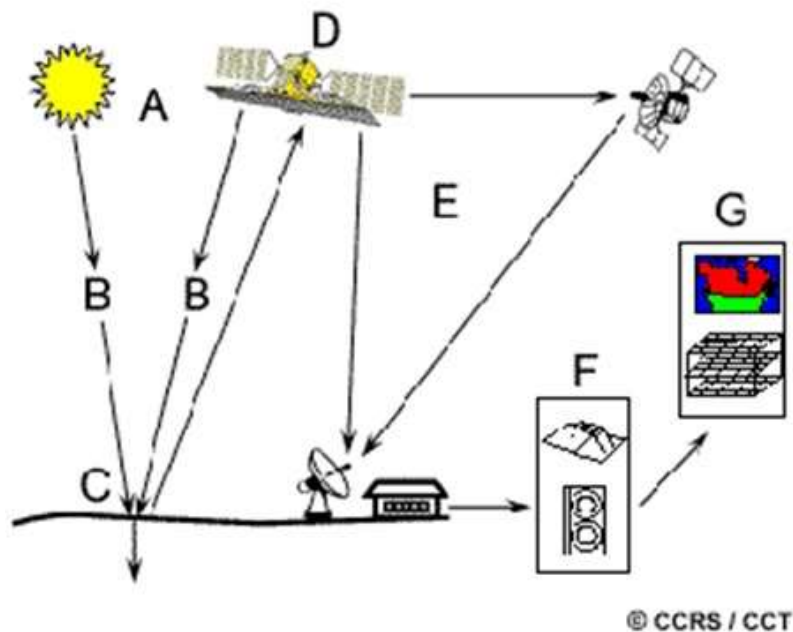
Việt Nam có đường bờ biển dài với hệ sinh thái rừng ngập mặn xuất hiện tại hầu hết các khu vực ven biển. Tầm quan trọng về hệ sinh thái rừng ngập mặn ở Việt Nam đã được khẳng định. Hơn nữa, biến đổi khí hậu và nước biển dâng tại Việt Nam đang diễn biến phức tạp, ảnh hưởng nghiêm trọng đến các vùng ven biển. Kết quả nghiên cứu đóng góp lớn vào lĩnh vực đa dạng sinh học, cung cấp hiểu biết và cái nhìn toàn cảnh đối với chức năng hệ sinh thái rừng ngập mặn Việt Nam.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM TRONG GIÁM SÁT LÚA

1.1 Viễn thám và các đặc điểm của ảnh viễn thám

Viễn thám (Remote Sensing) được định nghĩa như một khoa học và công nghệ mà các đặc tính của sự vật được xác định mà không cần tiếp xúc trực tiếp với chúng. Theo Giáo trình Viễn thám (2011), NXB Nông nghiệp, Hà Nội - PGS.TS Nguyễn Khắc Thời (Chủ biên): “Viễn thám là một khoa học và nghệ thuật để thu nhận thông tin về một đối tượng, một khu vực hoặc một hiện tượng thông qua việc phân tích tư liệu thu nhận được bằng các phương tiện mà không cần tiếp xúc trực tiếp với đối tượng”.

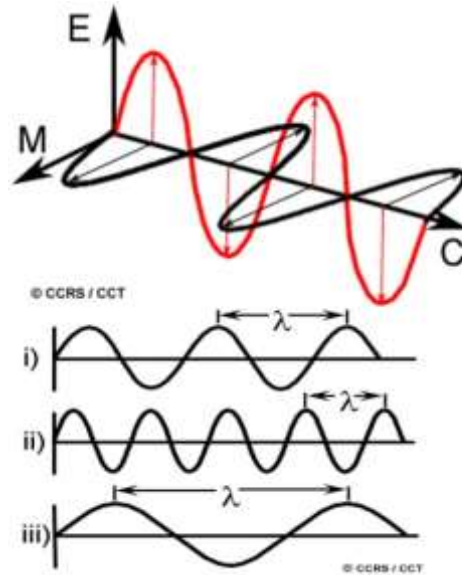
Một hệ thống viễn thám bao gồm: nguồn năng lượng hay nguồn chiếu sáng (A); bức xạ mặt trời và khí quyển (B); sự tương tác với các đối tượng trên mặt đất (C); thu nhận năng lượng do các bộ cảm biến (sensor) (D); truyền, phản xạ và xử lý (E); giải đoán và phân tích (F) và ứng dụng (G). Các thiết bị dùng để thu nhận sóng điện từ bộ cảm được gọi là vật mang (platform). Máy bay và vệ tinh là những vật mang thông dụng trong kỹ thuật viễn thám. Tín hiệu điện từ thu nhận từ đối tượng nghiên cứu mang theo các thông tin về đối tượng. Các thiết bị viễn thám sẽ thu nhận và xử lý các thông tin này. Qua các thông tin nhận được từ phổ phản xạ hoặc sóng điện từ, các đối tượng sẽ được giải đoán.



Hình 1.1. Sơ đồ hệ thống viễn thám

Trong viễn thám, một trong những nguồn tư liệu quan trọng nhất chính là sóng điện từ được phản xạ hoặc bức xạ từ vật thể. Bức xạ điện từ bao gồm một trường điện (E)

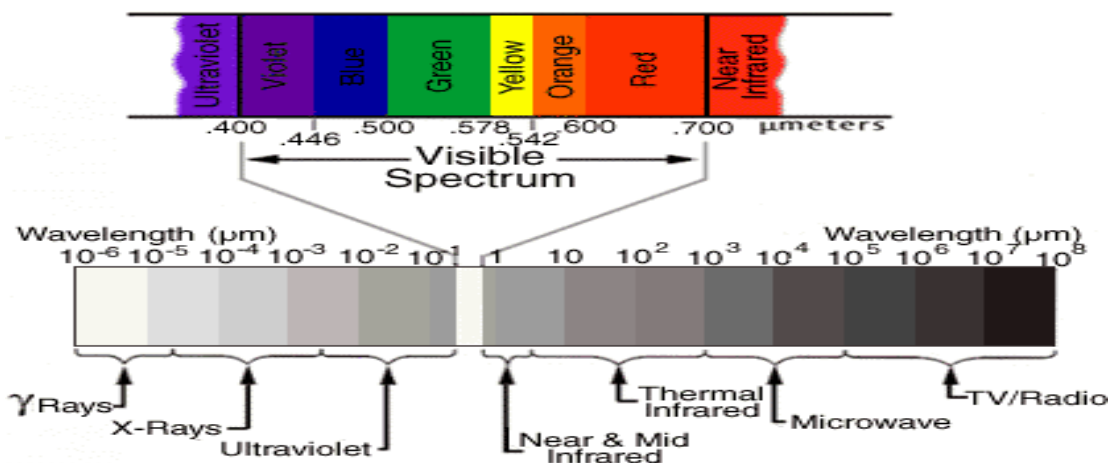
mà nó biến đổi với một cường độ theo hướng vuông góc với hướng truyền và một trường từ (M) có hướng vuông góc sang phía bên phải của trường điện. Cả hai trường này đều được truyền với vận tốc ánh sáng (c). Bức xạ điện từ có hai đặc trưng chính đó là bước sóng và tần số.



Hình 1.2. Biểu diễn chuyển động của bức xạ điện từ

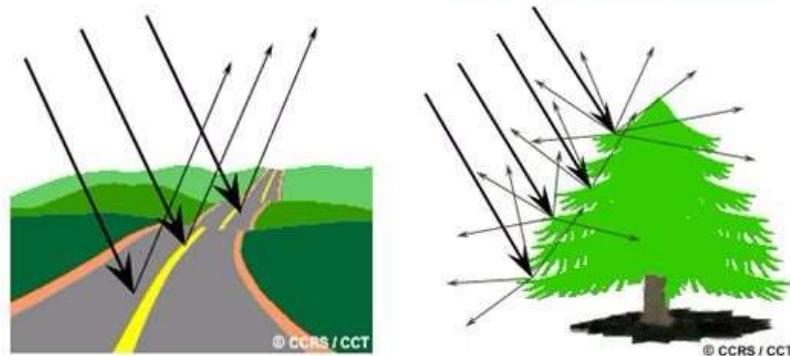
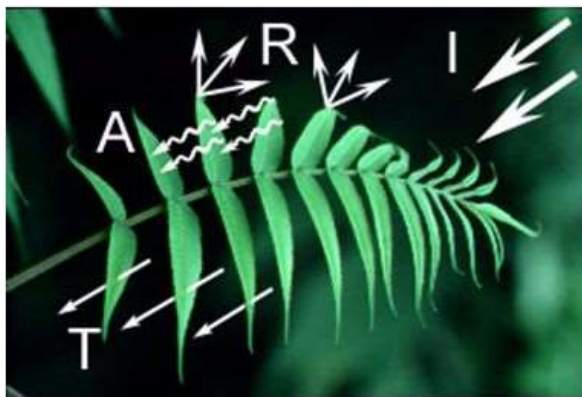
Các phản xạ và bức xạ điện từ được các sensor thu về có bước sóng nằm trong các vùng cực tím, vùng nhìn thấy, cận hồng ngoại, hồng ngoại xa,... Trong đó:

- Cực tím ($\lambda < 0.4$)
- Nhìn thấy (0.4-0.7 μm)
- Hồng ngoại phản xạ IR (0.7 μm -2.4 μm)
- Phát xạ (nhiệt) IR (2.4 μm -20 μm)
- Siêu cao tần (1cm-1m)



Hình 1.3. Các dải sóng

Đối với viễn thám quang học, điều kiện khí quyển và cấu tạo các loại đối tượng có ảnh hưởng quan trọng đến việc thu nhận thông tin của đối tượng. Các vật chất có trong khí quyển như hơi nước, khí CO₂, son khí (aerosol) góp phần ảnh hưởng đến khả năng phản xạ phổ, độ truyền dẫn sóng điện từ của khí quyển bị giảm thiểu ở nhiều bước sóng. Tại những vùng đó bộ cảm trên vệ tinh sẽ không nhận được bức xạ từ bề mặt Trái Đất đồng nghĩa với việc bộ cảm trên vệ tinh sẽ không nhận được thông tin. Tất cả các vật thể đều phản xạ, hấp thụ, phân tách và bức xạ sóng điện bằng các cách thức khác nhau và các đặc trưng này thường được gọi là đặc trưng phổ. Đặc trưng này sẽ được phân tích theo nhiều cách khác nhau để nhận dạng ra đối tượng trên bề mặt đất. Kể cả đối với giải đoán bằng mắt thì việc hiểu biết về đặc trưng phổ của các đối tượng sẽ cho phép giải thích được mối quan hệ giữa đặc trưng phổ và sắc, tông màu trên ảnh tổ hợp màu để giải đoán đối tượng.

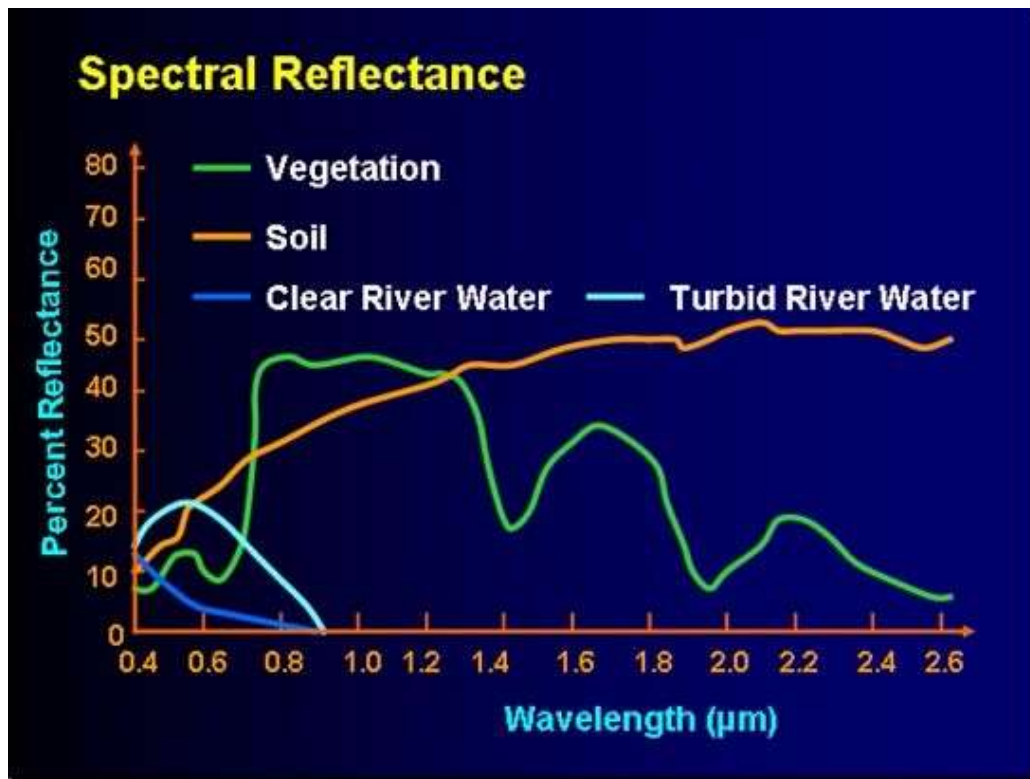


Hình 1.4. Nguyên tắc phản xạ phổ của một số đối tượng

Đặc trưng phản xạ của một số đối tượng tiêu biểu được thể hiện trong hình 5. Trong điều kiện khí quyển lý tưởng:

- Nước trong (Clear River Water) sẽ hấp thụ nhiều và phản xạ ít, do đó màu sắc của nó sẽ rất thẫm trên ảnh.

- Nước đục(Turbid River Water) sẽ phản xạ mạnh hơn nước trong vì khả năng phản xạ của nó phụ thuộc vào khả năng phản xạ của các đối tượng trong nước (ví dụ như phù sa hoặc rong rêu)
- Đất (Soil) phản xạ rất mạnh và khả năng phản xạ phụ thuộc vào chiều dài bước sóng
- Thực vật(Vegetation) phản xạ ở bước sóng 0.54 μm và phần hồng ngoại. Khả năng phản xạ phổ của thực vật ở phần hồng ngoại lớn hơn rất nhiều lần so với vùng ánh sáng nhìn thấy.



Hình 1.5. Đặc trưng phản xạ phổ của một số đối tượng thực phủ

1.2 Khái niệm lúa

Lúa là một cây trồng quan trọng trong nông nghiệp và đời sống của con người. Cây lúa thường được trồng trong các vùng đất có khí hậu ẩm áp và ẩm ướt. Đây là loại cây thực phẩm cung cấp cho con người hầu hết nguồn dinh dưỡng cần thiết, đặc biệt là carbohydrate.

Lúa còn được sử dụng để sản xuất những sản phẩm phụ như cám lúa, rom lúa, lá lúa và cả rơm lúa. Ngoài ra, lúa còn có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ đất và cải tạo

đất. Việc trồng lúa trên đất sẽ giúp giữ đất không bị xói mòn và giúp cải tạo đất màu mỡ hơn.

Với những đặc tính và vai trò quan trọng của mình, lúa được xem là một trong những loại cây trồng quan trọng nhất trên thế giới và đóng góp rất nhiều cho sự phát triển của nông nghiệp và đời sống con người.

1.3 Các giai đoạn phát triển cây lúa

Một cách chung nhất, cây lúa được chia làm 5 giai đoạn sinh trưởng như sau:

1.3.1 Giai đoạn kích mầm

Giai đoạn kích thích mầm là giai đoạn đầu tiên trong quá trình phát triển của cây lúa. Để cây lúa phát triển mầm tốt, cần đảm bảo điều kiện môi trường thích hợp bao gồm:

- Đất: Đất cần có độ ẩm vừa phải, không quá khô cũng không quá ướt. Ngoài ra, đất cần được bón phân đầy đủ các chất dinh dưỡng cần thiết cho cây lúa phát triển.

- Ánh sáng: Cây lúa cần được chiếu sáng đầy đủ để phát triển mầm tốt. Vì vậy, cần đặt hạt lúa ở vị trí có ánh sáng đủ và không bị che khuất.

- Nhiệt độ: Nhiệt độ là yếu tố quan trọng trong việc kích thích mầm cây lúa phát triển. Đối với cây lúa, nhiệt độ lý tưởng để phát triển mầm là từ 15-35 độ C.

Thời gian cần thiết cho cây lúa phát triển mầm là từ 3-7 ngày tùy vào điều kiện môi trường. Khi cây lúa phát triển đủ mầm, cần tiếp tục quan tâm đến các giai đoạn phát triển tiếp theo để có được một vụ lúa bội thu.

1.3.2 Giai đoạn lúa đọt

Giai đoạn kích thích mầm là giai đoạn đầu tiên trong quá trình phát triển của cây lúa. Để cây lúa phát triển mầm tốt, cần đảm bảo điều kiện môi trường thích hợp bao gồm:

- Đất: Đất cần có độ ẩm vừa phải, không quá khô cũng không quá ướt. Ngoài ra, đất cần được bón phân đầy đủ các chất dinh dưỡng cần thiết cho cây lúa phát triển.

- Ánh sáng: Cây lúa cần được chiếu sáng đầy đủ để phát triển mầm tốt. Vì vậy, cần đặt hạt lúa ở vị trí có ánh sáng đủ và không bị che khuất.

- Nhiệt độ: Nhiệt độ là yếu tố quan trọng trong việc kích thích mầm cây lúa phát triển. Đối với cây lúa, nhiệt độ lý tưởng để phát triển mầm là từ 15-35 độ C.

Thời gian cần thiết cho cây lúa phát triển mầm là từ 3-7 ngày tùy vào điều kiện môi trường. Khi cây lúa phát triển đủ mầm, cần tiếp tục quan tâm đến các giai đoạn phát triển tiếp theo để có được một vụ lúa bội thu.

1.3.3 Giai đoạn lúa nhánh

Giai đoạn lúa nhánh là giai đoạn quan trọng trong sự phát triển của cây lúa. Trong giai đoạn này, nhánh bắt đầu hình thành từ các mầm trên đất. Trong quá trình phát triển, cây lúa sẽ tạo ra rất nhiều nhánh khác nhau.

Để kiểm soát số lượng nhánh, người trồng lúa thường áp dụng phương pháp cắt bỏ một số nhánh không cần thiết. Việc này giúp cho cây lúa tập trung sức lực phát triển vào các nhánh chính, đồng thời giảm thiểu sự cạnh tranh giữa các nhánh và đảm bảo cho cây lúa phát triển tốt hơn. Ngoài ra, cần lưu ý thời điểm cắt nhánh để không ảnh hưởng đến sự phát triển của cây lúa và đảm bảo độ bền của nhánh còn lại.

1.3.4 Giai đoạn lúa bông

Giai đoạn lúa bông là giai đoạn quan trọng trong quá trình phát triển của cây lúa. Khi đến giai đoạn này, cây lúa đã phát triển đủ mạnh để tạo ra bông và cho phép quá trình thụ phấn diễn ra.

Sự phát triển của bông bắt đầu từ khi cụm bông đầu tiên xuất hiện trên cành lúa. Sau đó, các cụm bông tiếp theo sẽ xuất hiện theo thời gian và phân bố trên cành lúa.

Trong giai đoạn lúa bông, cần kiểm soát số lượng bông để đảm bảo cây lúa phát triển tốt và đạt năng suất cao. Việc quá nhiều bông sẽ dẫn đến sự cạnh tranh giữa các bông, gây ra sự suy yếu và mất năng suất của cây. Ngược lại, quá ít bông sẽ dẫn đến sự lãng phí năng suất và giảm hiệu quả sản xuất.

Do đó, cần kiểm tra và loại bỏ các cụm bông phát triển yếu và không đủ điều kiện để phát triển tốt. Đồng thời, cần kiểm soát số lượng bông trên mỗi cành lúa để đảm bảo sự phát triển đồng đều và tối ưu hóa năng suất.

1.3.5 Giai đoạn lúa trái

Giai đoạn lúa trái là giai đoạn quan trọng trong sự phát triển của cây lúa. Trong giai đoạn này, các nhánh cây lúa bắt đầu phát triển trái, đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện năng suất và chất lượng của lúa.

Sau khi hoa đực của cây lúa thụ phấn hoa cái, các quả lúa sẽ bắt đầu hình thành và phát triển. Trong giai đoạn này, các quả lúa sẽ tăng trưởng và phát triển đến khi chín đỏ và sẵn sàng để thu hoạch.

Tuy nhiên, quá trình phát triển của quả lúa có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như thời tiết, độ ẩm, dinh dưỡng và bệnh hại. Do đó, việc kiểm soát và quản lý số lượng trái là rất quan trọng để đảm bảo năng suất và chất lượng của lúa.

Các kỹ thuật kiểm soát số lượng trái bao gồm: rụng trái, rụng nhánh và lượng nước tưới phù hợp. Việc kiểm soát số lượng trái sẽ giúp các trái lúa phát triển tốt hơn, đảm bảo năng suất và chất lượng của lúa.

1.4 Các vùng trồng lúa chính ở Việt Nam

Việt Nam có bờ biển dài trên 3000 km, sông núi nhiều, địa hình phức tạp nên đã hình thành nhiều vùng trồng lúa khác nhau.

Căn cứ vào điều kiện tự nhiên, tập quán canh tác, sự hình thành mùa vụ và phương thức gieo trồng, nghề trồng lúa được hình thành và phân chia thành 3 vùng trồng lúa lớn: Đồng bằng sông Hồng, đồng bằng ven biển miền Trung và đồng bằng Nam Bộ.

1.4.1 Vùng Đồng bằng sông Hồng

Đồng bằng sông Hồng do hệ thống sông Hồng (sông Lô và sông Đà) và hệ thống sông Thái Bình (sông Cầu, sông Thương và sông Lục Nam) tạo thành. Châu thổ sông Hồng có hình dạng giống như hình tam giác cân, có đỉnh là Việt Trì, cạnh đáy là bờ biển dài 150km, từ Quảng Ninh đến Ninh Bình. Diện tích toàn Châu thổ khoảng 15 000 km².

Thời tiết khí hậu chia làm 4 mùa (xuân, hạ, thu, đông), mùa đông lạnh, mùa xuân ẩm, mùa thu mát mẻ, mùa hạ nóng, địa hình ít bằng phẳng, nông dân sở hữu ruộng đất manh mún, khó khăn quản lý nước nên tập quán canh tác chủ yếu là lúa nước và gieo trồng theo phương pháp gieo mạ rồi cấy là chính.

Các vụ lúa chính ở đồng bằng sông Hồng:

Có 2 vụ lúa cổ truyền là lúa mùa và lúa chiêm, từ năm 1963 đã đưa vào cơ cấu các giống lúa xuân nên hình thành 2 vụ chính là vụ lúa chiêm xuân và vụ lúa mùa.

- Vụ lúa chiêm xuân: Làm trong mùa khô, vì vậy phải có nước tưới chủ động. Đầu và giữa vụ thường gặp rét, cuối vụ nóng và bắt đầu có mưa, nên phải dùng giống có khả năng chịu rét.

Lúa chiêm xuân ít phản ứng hoặc không có phản ứng quang chu kỳ.

Lúa chiêm được gieo cấy vào cuối tháng 10 hoặc đầu tháng 11 và thu hoạch vào cuối tháng 5.

- Lúa xuân (xuân sớm, chính vụ và xuân muộn) với bộ giống đa dạng, được gieo cấy vào cuối tháng 11 và thu hoạch vào đầu tháng 6 năm sau. Những năm gần đây, trà xuân muộn với các giống Q5, KD18, CR203, lúa lai 2 và 3 dòng. . . được mở rộng và phát triển mạnh, chiếm 80 -90% diện tích lúa chiêm xuân ở phía Bắc.

- Vụ lúa mùa: mùa sớm, mùa trung và mùa muộn, bắt đầu vào cuối tháng 5 và kết thúc vào trung tuần tháng 11 hàng năm.

Đối với trà mùa sớm, sử dụng các giống lúa ngắn ngày, thời gian sinh trưởng từ 105 đến 120 ngày như CR203, Q5, KD18. . .

Đối với trà trung hoặc muộn, sử dụng các giống lúa có thời gian sinh trưởng từ 125 trở lên như Nếp, Dự, Mộc Tuyền, Bao Thai, Tám thơm các loại.

1.4.2 Vùng đồng bằng ven biển miền Trung

Vùng đồng bằng ven biển miền Trung kéo dài từ Thanh Hóa tới Bình Thuận, cực Nam Trung Bộ, được chia thành 2 vùng chính:

Vùng đồng bằng ven biển Bắc Trung Bộ:

Từ Thanh Hóa tới Nghệ An, Hà Tĩnh (Đồng bằng Thanh- Nghệ- Tĩnh) do lưu vực của sông Mã, sông Chu, sông Lam..tạo thành, có diện tích 6310 km² , tương đối bằng phẳng. Lượng phù sa bồi đắp ít hơn đồng bằng sông Hồng, đất đai kém màu mỡ hơn. Điều kiện thời tiết khí hậu và canh tác cơ bản giống vùng đồng bằng sông Hồng.

Vùng đồng bằng ven biển Trung bộ và nam Trung Bộ:

Kéo dài từ Quảng Bình tới Bình Thuận, có diện tích là 8250 km². Đồng bằng nhỏ hẹp do bị kẹp bởi dãy núi Trường sơn phía tây và biển phía Đông. Vì vậy, các sông thường ngắn, độ dốc lớn, chế độ thủy văn phức tạp. Mùa khô dễ bị hạn, mùa mưa dễ bị lũ lớn. Đất có thành phần cơ giới cát nhẹ, hàm lượng dinh dưỡng thấp, vùng đất cát ven biển chịu ảnh hưởng của mặn. Điều kiện thời tiết khí hậu càng vào phía trong càng ẩm dần. Từ đèo Hải Vân (Huế) trở ra còn có gió mùa Đông Bắc, từ Đà Nẵng trở vào chỉ có mùa khô và mùa mưa.

- Các vụ lúa chính

Vùng đồng bằng ven biển Trung Bộ có 3 vụ lúa trong năm: vụ đông xuân, hè thu và vụ mùa (còn gọi là vụ ba, vụ tám và vụ mười).

- Vụ đông xuân (vụ ba): bắt đầu từ cuối tháng 10 và thu hoạch vào tháng 4(tháng 3 âm lịch).

- Vụ hè thu (vụ tám) : bắt đầu từ cuối tháng 4 và thu hoạch vào cuối tháng 9 (tháng 8 âm lịch).

- Vụ mùa (vụ mười): bắt đầu từ cuối tháng 5 và thu hoạch vào tháng 11(tháng 10 âm lịch).

- Canh tác lúa ở vùng Đồng bằng vùng đồng bằng ven biển miền Trung
- Những vùng không chủ động nước thường gieo mạ, cấy giống các tỉnh phía Bắc.
- Những vùng chủ động nước gieo vãi (gieo sạ), giống các tỉnh phía nam.
Tóm lại, ở đồng bằng ven biển Trung Bộ do địa hình dốc và hẹp, nên yếu tố chính để quyết định thời vụ, phương thức gieo cấy là nước và đất.

1.5 Vùng đồng bằng sông Cửu Long

Đồng bằng Nam bộ (còn gọi là đồng bằng sông Cửu Long), là vùng mới được khai thác khoảng 500 - 600 năm trở lại đây. Diện tích toàn châu thổ là 36.000 km², trong đó diện tích có thể trồng trọt được khoảng 2,1 triệu ha và đã trồng lúa 1,5 - 1,6 triệu ha.

Đồng bằng sông Cửu Long tương đối bằng phẳng, độ dốc không đáng kể (1cm/km). Sông Cửu Long với 2 nhánh là sông Tiền và sông Hậu, dài trên 120 km. Lượng phù sa của sông Cửu Long lớn đạt 1000 triệu tấn /năm, 1m³ nước có 0,1 kg phù sa ở mùa khô (tháng 3-4), 0.3 kg phù sa ở mùa lũ cao (tháng 9,10).

-Đất đai chủ yếu là phù sa sông Tiền, sông Hậu khoảng 1.800.000 ha, đất phèn 1.100.000 ha, đất mặn 320.000 ha, đất than bùn và đất thấp Glây- mùn.

- Thời tiết khí hậu:

+ Nhiệt độ bình quân hàng năm cao (2609 ở thành phố Hồ Chí Minh) và ít biến động

+ Không có mùa đông giá lạnh và đầy ánh sáng.Mùa khô thường khô hơn vì không có mưa phùn ẩm ướt vào tháng 2 -3 như ở phía Bắc.

+ Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 7, lượng mưa hàng năm 1500 - 2000 mm.

+ Độ ẩm không khí bình quân 82%.

Tóm lại, đồng bằng sông Cửu Long có điều kiện tự nhiên, đất đai và khí hậu rất thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp, đặc biệt cho sản xuất lúa gạo.

- Các vụ lúa chính ở đồng bằng sông Cửu Long:

- Vụ mùa: Bắt đầu vào mùa mưa (tháng 5-6) và kết thúc vào cuối mùa mưa (tháng 11), gồm các giống lúa địa phương dài ngày và thích nghi với nước sâu. Vụ lúa mùa có diện tích khoảng 1,5 triệu ha.

- Vụ đông xuân: Là vụ lúa mới, ngắn ngày, diện tích khoảng 70-80 vạn ha, bắt đầu vào cuối mùa mưa tháng 11 - 12 và thu hoạch đầu tháng 4.

- Vụ hè thu: Vụ hè thu là một vụ lúa mới, ngắn ngày, bắt đầu từ tháng 4 và thu hoạch vào trung tuần tháng 8 và có diện tích khoảng 1,1 triệu ha.

Trồng lúa ở Đồng bằng vùng đồng bằng sông Cửu Long theo 2 phương thức lúa cấy và lúa sạ. Tùy theo địa hình có mức độ ngập nước khác nhau mà áp dụng cho phù hợp.

Hiện nay do tiến bộ kỹ thuật của sản xuất lúa, công tác thủy lợi cũng đã được giải quyết khá mạnh mẽ nên nhiều vùng trước đây ngập nước đã được cải tạo. Do vậy, phần lớn diện tích ở đồng bằng sông Cửu Long chủ yếu là gieo sạ, cuối vụ vẫn còn một số diện tích lúa nổi.

1.6 Tổng quan các nghiên cứu đặc tính hóa sinh thực vật từ dữ liệu viễn thám trên thế giới

Nghiên cứu về đặc tính hóa sinh của thực vật bằng dữ liệu viễn thám có thể được chia thành 3 phương pháp khác nhau: (1) Mô hình dựa trên thực nghiệm (empirical based model) sử dụng chỉ số thực vật, phương pháp đánh giá tương quan hoặc các thuật toán học máy (machine learning) để nghiên cứu mối quan hệ giữa các tham số đo đặc thực tế và giá trị tính toán trên ảnh viễn thám; (2) Mô hình dựa trên vật lý (physical based model) dựa trên các quy luật vật lý như đặc tính phổ phản xạ để ước tính các chỉ số và đặc tính sinh hóa của thực vật; và cuối cùng, (3) phương pháp kết hợp cả cách thức tiếp cận dựa trên lý thuyết và thực nghiệm. Hướng ứng dụng dựa trên các mô hình vật lý trong nhiều năm trở lại đây đang ngày càng phổ biến khi số lượng cơ sở dữ liệu về đặc tính thực vật ngày càng nhiều hơn cũng như nhằm giảm thiểu việc điều tra thực địa chi tiết trên từng khu vực nghiên cứu cụ thể mà vẫn đảm bảo độ chính xác. Cùng với sự phát triển của viễn thám, nhiều mô hình tính toán đã sử dụng nguồn số liệu về bức xạ thu nhận từ dữ liệu vệ tinh để tính toán truy xuất các đặc tính sinh hóa của từng loài thực vật cụ thể một cách chính xác. Các mô hình này được gọi là mô hình chuyển đổi bức xạ (Radiative transfer model - RTM).

Mô hình chuyển đổi bức xạ đã được ứng dụng trong nghiên cứu theo cả hai cách thuận và nghịch đảo. Theo chiều thuận, mô hình cho phép tính toán đặc tính phổ phản xạ

ở cấp độ lá và cấp độ tán cây khi dữ liệu đầu vào là các đặc tính sinh hóa thực vật. Mục đích của những nghiên cứu này nhằm tìm hiểu về đường cong phổ phản xạ đặc trưng của từng loài thực vật cụ thể trên ảnh viễn thám, từ đó có cơ sở khoa học để thiết kế hoặc tối ưu hóa các hệ thống viễn thám quan sát trái đất. Ngược lại, để truy xuất các đặc tính sinh hóa của thực vật, các mô hình cần đảo ngược với dữ liệu viễn thám làm đầu vào. Quá trình này cần lựa chọn đối tượng nghiên cứu trên khu vực cụ thể cũng như mô hình tính toán phù hợp nhằm kiểm chứng và đưa ra kết quả với độ chính xác đáng tin cậy. Lĩnh vực ứng dụng của mô hình chuyển đổi bức xạ rất đa dạng. Bắt đầu từ những nghiên cứu đầu tiên những năm 80 cho tới nay, đã có một số lượng lớn các nghiên cứu, với đa dạng dữ liệu sử dụng như đa phổ, siêu phổ, cho đến áp dụng các thuật toán mô hình khác nhau. Một số mô hình chuyển đổi bức xạ được áp dụng phổ biến như PROSPECT, Scattering by Arbitrary Inclined Leaves – SAIL, Fast Canopy Reflectance – FCR, SAIL-2, 4SAIL2, Soil Canopy Observation Photochemistry and Energy fluxes – SCOPE, or GEOSAIL. Trong số các mô hình này, mô hình chuyển đổi bức xạ PROSPECT (cấp độ lá) và SAIL (cấp độ tán) được sử dụng nhiều nhất. Sự kết hợp bởi 2 mô hình này được biết đến là mô hình PROSAIL (PROSPECT + SAIL), đã được sử dụng từ khoảng 16 năm trước cho đến nay, để nghiên cứu phổ phản xạ tán cây và hướng phản xạ trong vùng ánh sáng nhìn thấy. PROSAIL cũng được sử dụng để phát triển các phương pháp mới nhằm lấy về đặc tính sinh học của thực vật. Nó liên kết sự thay đổi phổ phản xạ ở cấp độ tán tới hàm lượng sinh hóa của lá và cấu trúc tán cây cũng như tương tác giữa đối tượng đất và thực phủ. Liên kết này là chìa khóa để ước tính mô phỏng các tham số sinh hóa và cấu trúc tán cây ứng dụng trong nông nghiệp, sinh hóa thực vật, hoặc sinh thái, với các quy mô khác nhau. Một loạt các nghiên cứu đã mở ra với đa dạng lĩnh vực ứng dụng, trong đó được quan tâm nhiều nhất vẫn là các nghiên cứu về phổ phản xạ thực vật và các chỉ số sinh hóa thực vật, cũng như mối quan hệ giữa hai đặc tính này.

Trong nghiên cứu của mình, Zhang cho rằng các phương pháp xử lý căng thẳng nước khác nhau dẫn đến sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng khác nhau. Những khác biệt này không chỉ bao gồm sự khác biệt trong thông tin về nước của lá mà còn bao hàm sự khác biệt về đặc tính cấu trúc của lá. Các quan sát còn cho thấy rằng LAI (Leaf Area Index), hàm lượng diệp lục ($a + b$) (C_{ab}) và độ dày nước trong lá (C_w) là những yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến mô phỏng phản xạ tán cây bằng PROSAIL. Trong các nghiên cứu khác, mô hình RTM được áp dụng để truy xuất giá trị chlorophyll và lượng nước trong lá (C_w). Hàm lượng chlorophyll trong lá là một đại lượng rất được quan tâm do có mối liên hệ chặt chẽ với các thông số hóa học của lá, đặc biệt là nitơ, và do đó nó có khả năng chỉ ra sự căng thẳng của cây từ rất sớm. Trong khi đó, giá trị này ở cấp độ

tán rất thích hợp để định lượng hàm lượng nitơ ở mức độ tán trong giai đoạn đầu sinh trưởng. Bên cạnh đó, chỉ số nước trong lá còn là đại lượng chỉ thị cho sự căng thẳng nước, điều kiện phát triển và các giai đoạn hình thái học.

1.7 Tổng quan các nghiên cứu liên quan đến lúa nước từ dữ liệu viễn thám trong nước

Tại Việt Nam, thống kê các công trình công bố về việc mô hình hóa không gian các đặc tính sinh lý của cây trồng nông nghiệp hiện nay gần như chưa được thực hiện. Thêm vào đó, việc ứng dụng các thuật toán học máy độ chính xác cao trong lĩnh vực nông nghiệp vẫn còn khá mới mẻ. Các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào việc sử dụng các chỉ số thực vật đơn giản đã được phát triển trước đó để thành lập bản đồ và phân tích sự sinh trưởng phát triển của cây trồng, thành lập các bản đồ hiện trạng để đánh giá về sự phân bố không gian các loại hình nông nghiệp chủ yếu, hoặc phân tích biến động sự thay đổi diện tích đất nông nghiệp theo thời gian. Trong phạm vi nghiên cứu này, một số nghiên cứu điển hình tại đồng bằng sông Cửu Long có thể kể đến như:

Trần Thị Hiền đã sử dụng ảnh độ phân giải trung bình MODIS 250x250m, chu kỳ 8 ngày cho nghiên cứu theo dõi các tiến độ xuống giống, các giai đoạn phát triển và hiện trạng sâu bệnh cây lúa khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Cơ cấu vụ mùa lúa ở khu vực được đánh giá là rất phức tạp nên các công tác điều tra thực địa, thống kê, theo dõi thời vụ trở nên khó khăn, không đảm bảo độ chính xác. Chính vì vậy, giải pháp thành lập bản đồ chỉ số NDVI từ ảnh viễn thám mang lại khả năng quan sát hiện trạng vụ lúa trên toàn vùng. Nghiên cứu kết luận có mối quan hệ chặt chẽ giữa chỉ số NDVI và 5 giai đoạn sinh trưởng của cây lúa gồm: mạ, đẻ nhánh, đòng trổ, trổ chín và thu hoạch. Biểu đồ biến động NDVI theo dạng hình sin, giá trị đạt cực đại vào khoảng 0,8-1,0 tương ứng với giai đoạn cây phát triển tốt nhất và giảm xuống vào khoảng 0-0,4 khi kết thúc mùa vụ cho phép theo dõi được quá trình này, độ chính xác $R^2 = 0,83$ minh chứng cho khả năng sử dụng ảnh viễn thám trong giám sát các quá trình sinh trưởng và hiện tượng bất thường trên vụ lúa [29].

Bản đồ các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa cũng đã được thành lập sử dụng tư liệu ảnh viễn thám radar. Hoàng Phi Phụng đã đề xuất quy trình xác định tuổi của cây lúa, ngày gieo trồng, ngày thu hoạch bằng cách sử dụng chuỗi ảnh Sentinel 1 trên toàn bộ vùng đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả chỉ ra rằng, ảnh Sentinel 1 phù hợp với việc xác định hiện trạng tuổi của cây lúa với $R^2 = 0,92$ và sai số trung phương $RMSE = 7,3$ ngày, thuật toán ước tính ngày gieo trồng với $R^2 = 0,92$ và $RMSE = 6,2$ ngày, thuật toán ước tính ngày thu hoạch với $R^2 = 0,70$ và $RMSE = 5,7$ ngày. Thông tin về tuổi lúa tương ứng

với các giai đoạn sinh trưởng của ruộng lúa có ý nghĩa quan trọng đối với công tác quản lý nông nghiệp, hỗ trợ thu mua và quản lý thị trường nông sản, hạn chế ảnh hưởng xấu đến an ninh lương thực. Nghiên cứu minh chứng khả năng của dữ liệu ảnh radar do không bị ảnh hưởng bởi mây và điều kiện thời tiết xấu có thể được sử dụng để theo dõi tình trạng sinh trưởng của cây lúa tại Việt Nam [30].

Tại An Giang, một nghiên cứu đã đề xuất phương pháp học máy độ chính xác cao khi sử dụng thông tin tán xạ ngược từ dữ liệu ảnh radar để huấn luyện mô hình thành lập các bản đồ sinh trưởng của cây lúa theo thuật toán Support Vector Machine. Nghiên cứu cho thấy giá trị tán xạ ngược trên ảnh radar có tương quan chặt chẽ với các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa, đặc biệt là các giai đoạn cây lúa phát triển mạnh khi tán xạ ngược ít bị ảnh hưởng bởi độ ẩm của đất và nước trong ruộng. Thuật toán học máy cho phép thành lập bản đồ sinh trưởng của cây lúa theo các giai đoạn khác nhau phân bố trên toàn tỉnh An Giang, cung cấp một đánh giá chính xác về hiện trạng canh tác và sản xuất nông nghiệp ở địa phương [31].

Chủ nhiệm đề tài, nhóm nghiên cứu cũng đã có những tiếp cận đầu tiên trong việc ứng dụng các giải pháp địa không gian để quản lý nông nghiệp trên khu vực nghiên cứu, cung cấp những hiểu biết ban đầu về tình hình sản xuất nông nghiệp của địa phương:

Nguyễn An Bình, Trần Anh Phương đã tiến hành đánh giá về hiện trạng canh tác sản xuất nông nghiệp tại khu vực Đồng Tháp Mười, trong đó có tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 30 năm trở lại đây (1990 - 2020). Với lượng dữ liệu lớn được sử dụng để huấn luyện mô hình bao gồm 128 cảnh ảnh viễn thám, bản đồ địa hình, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, dữ liệu thực địa và thống kê, giải pháp điện toán đám mây Google Earth Engine và thuật toán học máy Random Forest đã được tích hợp để huấn luyện mô hình phân loại sử dụng đất. Kết quả nghiên cứu cho thấy trong giai đoạn 30 năm, diện tích đất trồng lúa tăng mạnh trở thành cây trồng chủ lực chiếm 45,1% tổng diện tích toàn vùng Đồng Tháp Mười năm 2020, chứng minh ưu thế của cây lúa tại khu vực nghiên cứu. Về mặt công nghệ, nghiên cứu đã minh chứng các giải pháp điện toán đám mây, các thuật toán học máy, cùng một lượng lớn dữ liệu từ viễn thám giúp đánh giá sự biến động trên một khu vực rộng lớn, thời gian dài với độ chính xác cao. Dữ liệu và kết quả của nghiên cứu này là tiền đề cho nhóm nghiên cứu trong việc tiếp tục các nghiên cứu chuyên sâu về đặc tính sinh lý, theo dõi giám sát sự sinh trưởng của cây lúa khu vực Đồng Tháp Mười nói chung và tỉnh Đồng Tháp nói riêng [32].

Trần Hà Phương, Trần Anh Phương đã sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 5 và 8 các năm 2000, 2005, 2010 và 2015 để đánh giá sự thay đổi cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp

dưới tác động của biến đổi khí hậu. Nghiên cứu cũng dự báo các loại hình sử dụng đất nông nghiệp chính cho tỉnh Trà Vinh năm 2030, cho thấy lúa vẫn là cây trồng chủ lực với 78,244 ha, chiếm 36,18% tổng diện tích toàn tỉnh. Vấn đề đặt ra là bài toán quản lý canh tác sản xuất lúa dưới tác động của biến đổi khí hậu tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, khi mà tần suất của các hiện tượng tai biến thiên tai như hạn hán, xâm nhập mặn, nước biển dâng ngày càng gia tăng [33, 34].

Sự phát triển của ngày càng nhiều các thế hệ vệ tinh quan sát trái đất đã cung cấp một lượng lớn thông tin viễn thám về các đối tượng lúa. Nguồn dữ liệu không gian lớn này sẽ mở ra một loạt các cơ hội và thách thức trong nghiên cứu cả về chất lượng (đặc tính lý sinh, đa dạng chức năng) và số lượng (hiện trạng, biến động diện tích) của lúa. Kết hợp công nghệ viễn thám cùng các phương pháp thực địa mang lại giải pháp nghiên cứu trên quy mô khu vực, đa thời gian, đảm bảo độ chính xác và tin cậy, nhanh chóng và tiết kiệm.

Việc sử dụng đa dạng các tư liệu vệ tinh quan sát trái đất phục vụ nghiên cứu lúa ngày càng phổ biến trên toàn thế giới cũng như tại quốc gia ven biển Việt Nam. Các hướng nghiên cứu mới và nâng cao liên tục được mở ra nhằm cung cấp những kiến thức sâu và am hiểu cặn kẽ đối với hệ sinh thái phức tạp này.

1.8 Tổng quan các nghiên cứu liên quan đến lúa nước từ dữ liệu viễn thám ngoài nước

Trong lĩnh vực nghiên cứu về nông nghiệp, các chủ đề nghiên cứu được quan tâm hơn cả bao gồm các đặc tính của thực vật. Có thể chia nhóm các đặc tính thực vật thành: (1) các đặc tính sinh lý như chỉ số diện tích lá, nhiệt độ tăng tán thực vật, sinh khối (2) các đặc tính sinh hóa như hàm lượng diệp lục tố, hàm lượng nitơ, sản lượng, năng suất; (3) các đặc tính về hình thái học của cây trồng trong từng giai đoạn phát triển. Đây là chìa khóa để tăng cường hiểu biết về sự sinh trưởng và phát triển, cũng như khả năng thích nghi của chúng tới các điều kiện biến đổi của khí hậu và thời tiết, phục vụ ước tính sản lượng và năng suất cây trồng.

Cần khẳng định rằng, việc nghiên cứu các đặc tính sinh lý của thực vật chắc chắn cần các phương pháp đo đạc chính xác trên thực địa cũng như phân tích trong phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, điểm cần bàn luận ở đây là làm sao có thể thể hiện các đặc tính này theo từng đơn vị không gian khác nhau khi các phương pháp đo đạc thực địa chỉ có thể được thực hiện cho một vài điểm đại diện. Đề giải quyết bài toán này, giải pháp địa không gian được cung cấp nhằm bản đồ hóa các đối tượng nghiên cứu trên quy mô rộng lớn.

Theo đó, có thể sử dụng phương pháp kết hợp giữa đo đạc trên thực địa và giải pháp địa không gian để xác định mối quan hệ giữa các đặc tính sinh lý của thực vật với quang phổ thu nhận được từ các hình ảnh viễn thám, từ đó thành lập mô hình hóa không gian các đặc tính sinh lý của thực vật. Vì vậy, các công bố quốc tế hiện nay tập trung nhiều vào việc phát triển các mô hình hóa không gian phục vụ thành lập bản đồ đặc tính sinh lý cho cây trồng nông nghiệp [1]. Theo đó, 3 giải pháp khoa học công nghệ được xem xét bao gồm (1) Các mô hình vật lý dựa trên lý thuyết mối quan hệ giữa năng lượng bức xạ và các đặc tính sinh lý của thực vật, (2) các thuật toán máy học và (3) Dữ liệu lớn và các thuật toán máy học tích cực.

Mô hình dựa trên vật lý (physical based model) dựa trên các quy luật vật lý để mô phỏng sự truyền năng lượng bức xạ tới đối tượng thực vật để ước tính các chỉ số và đặc tính lý sinh của chúng. Dựa vào mối quan hệ này, mô hình có thể áp dụng lên trên ảnh viễn thám, cung cấp giải pháp không gian - thời gian phục vụ phân tích diễn biến các quá trình sinh trưởng [2]. Mô hình chuyển đổi bức xạ đã được ứng dụng trong nghiên cứu theo cả hai cách thuận và nghịch đảo. Theo chiều thuận, mô hình cho phép tính toán đặc tính phổ phản xạ ở cấp độ lá và cấp độ tán cây khi dữ liệu đầu vào là các đặc tính sinh lý thực vật. Mục đích của những nghiên cứu này nhằm tìm hiểu về đường cong phổ phản xạ đặc trưng của từng loài thực vật cụ thể trên ảnh viễn thám, từ đó có cơ sở khoa học để thiết kế hoặc tối ưu hóa các hệ thống viễn thám quan sát trái đất. Ngược lại, để truy xuất các đặc tính sinh lý của thực vật, các mô hình cần đảo ngược với dữ liệu viễn thám làm đầu vào. Quá trình này cần lựa chọn đối tượng nghiên cứu trên khu vực cụ thể cũng như mô hình tính toán phù hợp nhằm kiểm chứng và đưa ra kết quả với độ chính xác đáng tin cậy [3]. Lĩnh vực ứng dụng của mô hình chuyển đổi bức xạ rất đa dạng. Bắt đầu từ những nghiên cứu đầu tiên những năm 80 [4] cho tới nay, đã có một số lượng lớn các nghiên cứu, với đa dạng dữ liệu sử dụng như đa phổ [5], siêu phổ [6], cho đến áp dụng các thuật toán mô hình khác nhau như. Một loạt các chỉ số đặc tính sinh lý của thực vật được phát triển từ các mô hình này như LAI (Leaf Area Index), FAPAR (Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiatio), FVC (Fractional Vegetation Cover), Cab (Leaf Chlorophyll a+b Content), CCC (Canopy chlorophyll content), EWT (Leaf Water Content), CWC (Canopy Water Content), Cm (Leaf Dry Matter Content), LMA (Leaf Mass per Area).

Một số mô hình chuyển đổi bức xạ được ứng dụng trong nghiên cứu đặc tính sinh lý thực vật phổ biến như PROSPECT [7], Scattering by Arbitrary Inclined Leaves - SAIL [4], Fast Canopy Reflectance - FCR [8], SAIL-2 [9], 4SAIL2 [10], Soil Canopy

Observation Photochemistry and Energy fluxes - SCOPE [11], or GEOSAIL [12]. Trong số các mô hình này, mô hình chuyển đổi bức xạ PROSPECT (cấp độ lá) và SAIL (cấp độ tán) được sử dụng nhiều nhất [13]. Sự kết hợp bởi 2 mô hình này được biết đến là mô hình PROSAIL (PROSPECT + SAIL), đã được sử dụng từ khoảng 16 năm trước cho đến nay, để nghiên cứu phổ phản xạ tán cây và hướng phản xạ trong vùng ánh sáng nhìn thấy [14]. PROSAIL cũng được sử dụng để phát triển các phương pháp mới nhằm lấy về đặc tính sinh học của thực vật. Nó liên kết sự thay đổi phổ phản xạ ở cấp độ tán tới hàm lượng sinh lý của lá và cấu trúc tán cây cũng như tương tác giữa đối tượng đất và thực phủ. Liên kết này là chìa khóa để ước tính mô phỏng các tham số sinh lý và cấu trúc tán cây ứng dụng trong nông nghiệp, sinh lý thực vật, hoặc sinh thái, với các quy mô khác nhau. Một loạt các nghiên cứu đã mở ra với đa dạng lĩnh vực ứng dụng, trong đó được quan tâm nhiều nhất vẫn là các nghiên cứu về phổ phản xạ thực vật và các chỉ số sinh lý thực vật, cũng như mối quan hệ giữa hai đặc tính này [15-19].

Học máy (machine learning) đã xuất hiện cùng với công nghệ dữ liệu lớn và máy tính hiệu suất cao nhằm tạo ra những phương pháp mới để làm sáng tỏ, định lượng và hiểu các quy trình khi sử dụng một lượng lớn thông tin dữ liệu trong khoa học nông nghiệp. Hiểu một cách đơn giản, học máy được định nghĩa là lĩnh vực khoa học cung cấp cho máy móc khả năng học hỏi mà không cần được tuân theo bất cứ quy tắc lập trình nghiêm ngặt nào [20]. Những nghiên cứu gần đây cho thấy các phương pháp máy học ngày càng được sử dụng với mục đích xây dựng một mô hình ước tính chính xác các chỉ số cây trồng nông nghiệp:

- Nghiên cứu ước tính các thông số tăng trưởng của cây lúa bao gồm hàm lượng diệp lục tổ tầng tán (Canopy chlorophyll content - CCC) và chỉ số diện tích lá (Leaf Area Index - LAI) đã được thử nghiệm tại vùng Rugao, Trung quốc sử dụng mô hình truyền bức xạ và thuật toán học máy mạng Bayes. Dữ liệu quang phổ được thu thập từ phổ kế chuyên dụng MiniMCA-6 được đặt trên thiết bị bay không người lái UAV được sử dụng để huấn luyện. Một tệp dữ liệu lớn được tạo ra từ mô hình đặc tính thực vật PROSAIL được sử dụng để huấn luyện và kiểm định với dữ liệu thực địa. Kết quả cho thấy các chỉ số LAI và CCC đạt được độ chính xác rất cao với $R^2 = 0,83$ và sai số Relative root mean square error RMSE = 0,36. Các giai đoạn sinh trưởng bao gồm đẻ nhánh (Tillering), phát triển lóng thân hay đẻ nhánh tối đa (Jointing) phân hóa hay làm đòng (Booting), trổ bông (Heading), nở hoa thụ phấn thụ tinh (Flowering) của hai giống lúa chính Indica và Japonica tại khu vực đều được thực nghiệm với mô hình đều cho giá trị R^2 nằm trong khoảng từ 0,64 - 0,8 và RMSE từ 0,25 - 0,41. Nghiên cứu kết luận việc phương pháp kết

hợp giữa mô hình vật lý và các thuật toán học máy mang lại giải pháp tối ưu trong quan sát sự sinh trưởng của cây lúa.

- Vấn đề về giảm thiểu tác động xấu đến môi trường từ quá trình canh tác sản xuất nông nghiệp cũng đã được xem xét khi cần ước tính chính xác hàm lượng Nitơ trên quy mô khu vực rộng lớn. Một nghiên cứu đã đề xuất phương pháp ước tính chính xác hàm lượng Ni tơ cấp độ tán (Canopy Nitrogen Content - CNC) dựa trên các chỉ số sinh lý bao gồm chỉ số màu xanh thực vật (Green Area Index - GAI), hàm lượng diệp lục tổ tầng lá (Leaf Chlorophyll Content - Cab) và tầng tán (canopy chlorophyll conten) cho cây lúa mì. Nghiên cứu đề xuất sử dụng mô hình vật lý, ảnh vệ tinh độ phân giải cao Sentinel-2 và SPOT để tạo ra bộ dữ liệu lớn phục vụ huấn luyện mô hình. Phương pháp thực địa lựa chọn mẫu ngẫu nhiên theo phân bố không gian và theo từng giai đoạn phát triển (Elementary Sampling Unit - ESU) đã được thực hiện dựa trên việc định vị chính xác các pixel tương ứng với ảnh viễn thám. Với mỗi vùng mẫu, ảnh cầu (Digital Hemispherical Photography - DHP) được chụp nhằm xác định chỉ số GAI và mẫu được lấy phục vụ việc phân tích hàm lượng diệp lục tổ. Tập dữ liệu lớn được tạo với hơn 250 mẫu được sử dụng để kiểm định mô hình ứng dụng thuật toán máy học Artificial Neural Network. Kết quả cho thấy sai số ước tính CNC của mô hình đạt được 4-21 kg/ha tùy thuộc vào các giai đoạn phát triển khác nhau được cho là một kết quả đầy hứa hẹn. Nghiên cứu một mặt kết luận các giai đoạn phát triển khác nhau cần có sự quan sát liên tục, mặt khác đề xuất các ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian cao như sẽ là giải pháp địa không gian tối ưu cho lĩnh vực nông nghiệp chính xác [21].

Các thuật toán hồi quy máy học là những phương pháp có tiềm năng mạnh mẽ để được triển khai vào các sơ đồ truy xuất biến số sinh lý của cây trồng nông nghiệp. Tuy nhiên, các thuật toán này cũng gặp khó khăn trong việc giải quyết với các tập dữ liệu có kích cỡ mẫu rất lớn. Với số lượng ngày càng tăng của dữ liệu viễn thám được cung cấp cũng như việc cần sử dụng một lượng lớn dữ liệu để huấn luyện theo các thuật toán học máy trí tuệ nhân tạo, các kỹ thuật lựa chọn dữ liệu hiệu quả sẽ cần được thực hiện. Các phương pháp máy học tích cực (active learning) cho phép chọn các mẫu có nhiều thông tin nhất trong một tập dữ liệu. Hiểu một cách đơn giản, bộ dữ liệu đầu vào dung lượng lớn (big data) sẽ được máy tính huấn luyện áp dụng các thuật toán máy học tích cực, chọn những mẫu có ý nghĩa phù hợp với mô hình đồng thời loại bỏ những mẫu không phù hợp với mô hình, tạo ra bộ dữ liệu mới phục vụ ước tính các đặc tính sinh lý với độ chính xác cao. Phương pháp này không chỉ tối ưu hóa độ chính xác của các thuật toán học máy khi

loại trừ thông tin dư thừa mà còn tăng tốc thời gian xử lý mô hình và giảm kích thước của các tệp dữ liệu lớn [22]. Đây là cách tiếp cận còn rất mới mẻ trong vài năm trở lại đây:

- Xét riêng cho lĩnh vực nghiên cứu đặc tính sinh lý của thực vật dựa trên các mô hình vật lý, một nghiên cứu so sánh các phương pháp máy học tích cực trong ước tính các chỉ số sinh lý của thực vật. Bộ dữ liệu đầu vào với kích cỡ mẫu 5000 bản ghi được xây dựng từ mô hình PROSAIL, dữ liệu phổ phản xạ ảnh vệ tinh Sentinel 3 bộ cảm OLCI đã được huấn luyện và kiểm định sử dụng các thuật toán học máy tích cực khác nhau. Kết quả cho thấy thuật toán máy học tích cực KRR (kernel ridge regression) - CBD (cluster-based diversity) gia tăng độ chính xác của mô hình ước tính chỉ số LAI với $R^2 = 0.96$ trong khi thuật toán GPR (Gaussian process regression) - EBD (euclidean distance based diversity) gia tăng độ chính xác của mô hình ước tính chỉ số LCC với $R^2 = 0.95$. Nghiên cứu đã minh chứng được tính hiệu quả trong việc ước tính được các biến sinh lý tối ưu nhất từ bộ dữ liệu lớn áp dụng các thuật toán học máy tích cực, cung cấp một giải pháp công nghệ bán tự động nhanh chóng và chính xác [23]

- Một nghiên cứu khác cũng đã sử dụng các thuật toán máy học tích cực để ước tính tổng hàm lượng carotenoid và hàm lượng nước trong lá. Thuật toán phân tập mẫu dựa trên khoảng cách (euclidean distance based diversity - EBD) được kết luận là phương pháp máy học tích cực hiệu quả nhất khi kích cỡ mẫu của dữ liệu tăng lên đến từ 1000 đến 3000 mẫu. Sai số RMSE khi áp dụng đã giảm từ trên $6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ xuống thấp nhất $1,4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ đối với việc ước tính hàm lượng carotenoid và giảm từ $7,5 \text{ g}/\text{cm}^2$ xuống $3,5 \text{ g}/\text{cm}^2$ đối với việc ước tính hàm lượng nước. Mô hình sau khi được huấn luyện có thể sử dụng trực tiếp để thành lập bản đồ dựa trên ảnh vệ tinh đa phổ như Sentinel 2 hoặc ảnh siêu phổ EnMAP trên các giải pháp điện toán đám mây như Google Earth Engine, cung cấp một giải pháp tổng thể cho việc xây dựng nhanh các bản đồ đặc tính sinh lý của thực vật trong bất kỳ thời gian hay không gian nào [24].

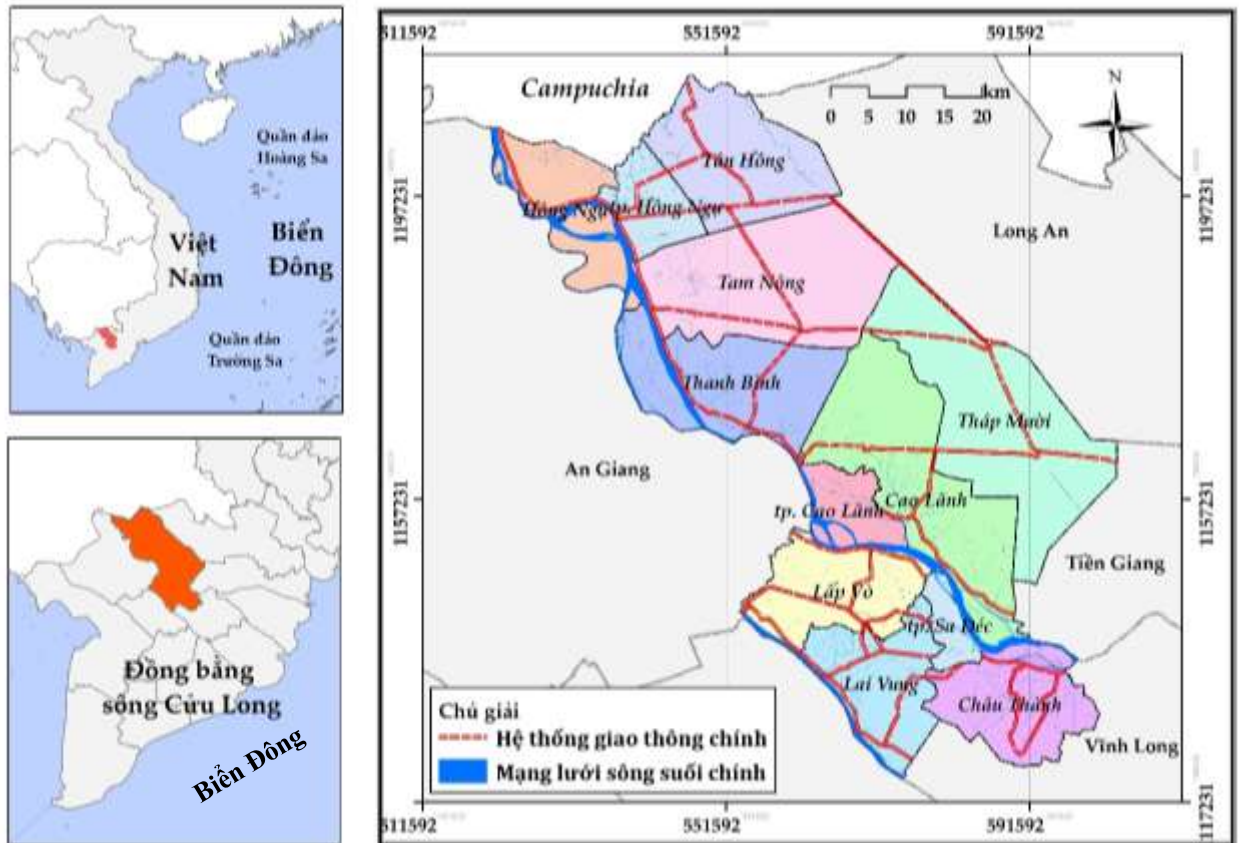
Ngoài những nghiên cứu, nhiều nghiên cứu khác tiếp cận giải pháp địa không gian [25, 26], mô hình vật lý [27] và các thuật toán học máy độ chính xác cao [28] phục vụ ước tính các đặc tính của cây trồng nông nghiệp trên thế giới đã được công bố. Có thể nhận thấy, giai đoạn 5 năm trở lại đây, các chủ đề nghiên cứu mới này đang trở nên rất thịnh hành với nhiều các xuất bản và công trình công bố, cung cấp các phương pháp khoa học công nghệ tiên tiến phục vụ giám sát sự sinh trưởng của cây trồng nông nghiệp, nâng cao hiểu biết và đặc tính thực vật và hướng tới một nền nông nghiệp chính xác.

CHƯƠNG 2. VIỄN THÁM TRONG GIÁM SÁT CHẤT SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY LÚA VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG: THÍ ĐIỂM TẠI TỈNH ĐỒNG THÁP

2.1 Đặc điểm tự nhiên kinh tế xã hội khu vực nghiên cứu

a) Đặc điểm tự nhiên

Vị trí địa lý: Đồng Tháp là một trong 13 tỉnh thuộc vùng đồng bằng sông Cửu Long và là tỉnh duy nhất có địa bàn ở cả hai bờ sông Tiền, có diện tích tự nhiên là 3375,4 km². Đồng Tháp nằm ở tọa độ 10⁰07' - 10⁰58' vĩ độ Bắc và 105⁰12' - 105⁰56' kinh độ Đông, phía bắc giáp tỉnh Prây Veng (Cam pu chia) trên chiều dài biên giới 48,7 km với 4 cửa khẩu: Thông Bình, Dinh Bà, Mỹ Tân và Thường Phước, phía nam giáp Vĩnh Long và thành phố Cần Thơ, phía tây giáp An Giang, phía đông giáp Long An và Tiền Giang. Tỉnh lỵ của Đồng Tháp hiện nay là thành phố Cao Lãnh, cách thành phố Hồ Chí Minh 165 km về phía Tây Nam.



Hình 2-1. Vị trí địa lý tỉnh Đồng Tháp

Khí hậu: Đồng Tháp nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới, đồng nhất trên địa giới toàn tỉnh, có 2 mùa rõ rệt, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến

tháng 4 năm sau. Nhiệt độ trung bình năm là 82,5%, số giờ nắng trung bình 6,8 giờ/ngày. Lượng mưa trung bình từ 1.170 – 1.520 mm, tập trung vào mùa mưa, chiếm 90 – 95% lượng mưa cả năm. Đặc điểm khí hậu này tương đối thuận lợi cho phát triển nông nghiệp toàn diện.

Đặc điểm địa hình: Địa hình Đồng Tháp được chia thành 2 vùng lớn: vùng phía Bắc sông Tiền (có diện tích tự nhiên 250.731 ha, thuộc khu vực Đồng Tháp Mười, địa hình tương đối bằng phẳng, hướng dốc Tây Bắc – Đông Nam); vùng phía Nam sông Tiền (có diện tích tự nhiên 73.074 ha, nằm kẹp giữa sông Tiền và sông Hậu, địa hình có dạng lòng máng, hướng dốc từ hai bên sông vào giữa)

a. Tài nguyên đất

Đồng Tháp có 4 nhóm đất chính: nhóm đất phù sa (có diện tích 191.769 ha, chiếm 59,06% diện tích đất tự nhiên. Đây là nhóm đất thuộc đã trải qua lịch sử canh tác lâu dài, phân bố khắp 10 huyện thị (trừ huyện Tân Hồng); nhóm đất phèn (có diện tích 84.382 ha, chiếm 25,99% diện tích tự nhiên, phân bố khắp 10 huyện, thị (trừ thị xã Cao Lãnh); đất xám (có diện tích 28.150 ha, chiếm 8,67% diện tích tự nhiên, phân bố chủ yếu trên địa hình cao ở huyện Tân Hồng và huyện Hồng Ngự); nhóm đất cát (có diện tích 120 ha, chiếm 0,04% diện tích tự nhiên, phân bố chủ yếu ở Động Cát và Gò Tháp, huyện Tháp Mười). Đất đai của Đồng Tháp có kết cấu mặt bằng kém bền vững lại tương đối thấp, nên làm mặt bằng xây dựng đòi hỏi kinh phí cao, nhưng rất phù hợp cho sản xuất lương thực

b. Tài nguyên rừng

Trước đây đa số các diện tích ẩm, lầy thấp ở Đồng Tháp Mười được bao phủ bởi rừng rậm, cây tràm được coi là đặc thù của Đồng Tháp Mười. Do khai thác không hợp lý đã làm giảm đến mức báo động, gây nên mất cân bằng sinh thái. Ngày nay, nguồn rừng chỉ còn quy mô nhỏ, diện tích rừng tràm còn dưới 10.000 ha. Động vật, thực vật rừng rất đa dạng có rắn, rùa, cá, tôm, trăn, cò, công cộc, đặc biệt là sếu cổ trụi.

Rừng của tỉnh có: rừng tràm (phân bố chủ yếu ở huyện Tam Nông, Tháp Mười, Cao Lãnh); rừng bạch đàn (ở huyện Tân Hồng. Phân theo công dụng có: rừng đặc dụng (phân bố ở Vườn Quốc Gia Tràm Chim, Khu di tích Xẻo Quýt, Gò Tháp), rừng phòng hộ, rừng sản xuất .

c. Tài nguyên khoáng sản

Đồng Tháp là tỉnh rất nghèo về tài nguyên khoáng sản, chủ yếu có: cát xây dựng các loại, phân bố ở ven sông, cồn hoặc các cù lao, là mặt hàng chiến lược của tỉnh trong xây dựng; sét gạch ngói: có trong phù sa cổ, trầm tích biển, trầm tích sông, trầm tích đầm lầy, phân bố rộng khắp trên địa bàn tỉnh với trữ lượng lớn; sét cao lanh có nguồn tràm

tích sông, phân bố ở các huyện phía bắc tỉnh; than bùn: có nguồn gốc trầm tích từ thế kỷ thứ IV, phân bố ở huyện Tam Nông, Tháp Mười với trữ lượng khoảng 2 triệu m³.

d. Tài nguyên nước

Đồng Tháp là tỉnh đầu nguồn có lợi về nguồn nước, không bị ảnh hưởng xâm nhập mặn. Mùa lũ thường kéo dài khoảng 6 tháng, từ tháng 7 cho đến cuối tháng 11 hàng năm, đỉnh lũ thường xuất hiện vào cuối tháng 8 đến cuối tháng 9. Lũ sông Tiền, Hậu chịu tác động chủ yếu của: cường suất, đỉnh lũ, tổng lượng, thời gian truyền lũ từ trung-hạ lưu, điều tiết của Biển Hồ, tác động kết hợp của lũ và triều, và nó biểu hiện khác biệt nhiều giữa vùng lũ, lũ - triều và triều - lũ. Mùa kiệt bắt đầu không đồng bộ trên địa bàn tỉnh Đồng Tháp, chậm dần từ phía Bắc xuống phía Nam, thường kéo dài từ tháng 12 đến tháng 5 năm sau, kiệt nhất là vào tháng 4, lưu lượng giảm mạnh. Thủy triều ảnh hưởng tới chế độ dòng chảy sông quanh năm, chẳng hạn tổ hợp “lũ sông cao gặp triều cường” dễ xảy ra làm dâng cao mực nước đỉnh lũ và kéo dài thời gian tiêu thoát lũ ra biển. Chất lượng nước mặt có những giai đoạn bị ô nhiễm do nguồn thải từ các hoạt động sinh hoạt, sản xuất và khả năng làm sạch trên kênh rạch bị suy giảm. Nguồn nước ngầm khá dồi dào, khai thác phục vụ sinh hoạt và sản xuất khá lớn, đa phần chất lượng nước ở các giếng khai thác tầng nông (sâu <100m) đều không đảm bảo chất lượng và lâu dài có ảnh hưởng đến các giếng tầng sâu, đặc biệt lưu ý là tỷ lệ nước nhiễm Asen khá cao..

Nước mặt: Đồng Tháp ở đầu nguồn sông Cửu Long, có nguồn nước mặt khá dồi dào, nguồn nước ngọt quanh năm không bị nhiễm mặn. Ngoài ra còn có hai nhánh sông Sở Hạ và sông Sở Thượng bắt nguồn từ Campuchia đổ ra sông Tiền ở Hồng Ngự. Phía Nam còn có sông Cái Tàu Hạ, Cái Tàu Thượng, sông Sa Đéc... hệ thống kênh rạch chằng chịt.

Nước ngầm: Đồng Tháp có nhiều vỉa nước ngầm ở các độ sâu khác nhau, nguồn này hết sức dồi dào, mới chỉ khai thác, sử dụng phục vụ sinh hoạt đô thị và nông thôn, chưa đưa vào dùng cho công nghiệp.

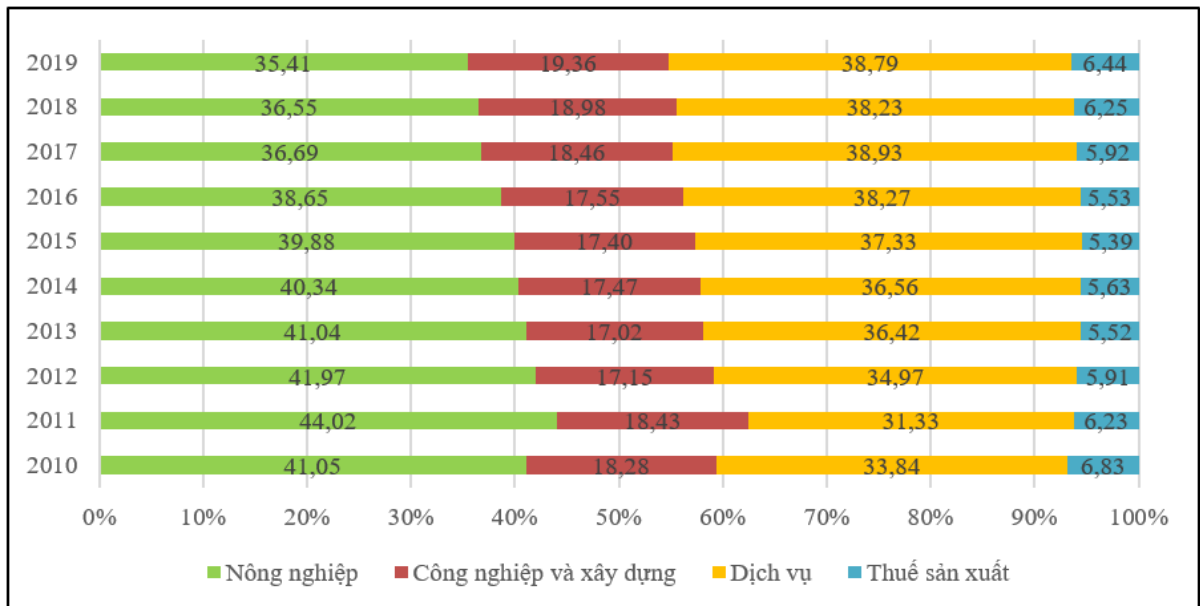
2.2 Tình hình sản xuất nông nghiệp

2.2.1 Cơ cấu giá trị sản xuất nông – lâm – thủy sản

Tổng giá trị sản xuất nông - lâm - thủy sản theo giá hiện hành năm 2015 của tỉnh Đồng Tháp đạt 48.259.462 triệu đồng. Trong đó, cơ cấu ngành nông nghiệp chiếm nhiều nhất 71,67% tương ứng 34.587.831 triệu đồng, ngành thủy sản chiếm 26,97% tương ứng 13.017.807 triệu đồng, ngành lâm nghiệp chiếm không đáng kể chỉ khoảng 1,35% tương đương 653.824 triệu đồng.

Tái cơ cấu nông nghiệp đã giúp tăng thêm lợi nhuận trên 1 ha đất trồng trọt khoảng 10 triệu đồng/năm và trên 1 ha nuôi trồng thủy sản tăng khoảng 3,2%/năm. Tỷ lệ lao động trong nông nghiệp giảm từ 70% vào năm 2011 xuống còn 52,5% vào cuối năm 2015.

Cơ cấu kinh tế giai đoạn 2010 – 2019 cho thấy Đồng Tháp ít có sự biến động về tỷ trọng các ngành kinh tế mũi nhọn. Tỷ trọng ngành nông nghiệp giảm dần đều phân theo cơ cấu nền kinh tế từ 41,05% năm 2010 xuống còn 35,41% năm 2019, giảm khoảng 6%. Phần trăm thay đổi này được chuyển sang các ngành dịch vụ với tỷ trọng từ 33,84% năm 2010 lên thành 38,79%. Trong khi đó, lĩnh vực công nghiệp và dịch vụ không có nhiều biến động khi chỉ tăng giảm 1% và đạt mức 19,36% năm 2019. Thuế sản phẩm từ trợ cấp trong nhiều năm luôn đạt mức trên dưới 6%.



Hình 2-2. Chuyển đổi cơ cấu kinh tế (%) tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 2010 – 2019

(Nguồn: niên giám thống kê tỉnh Đồng Tháp)

Mục tiêu đến năm 2020:

Giai đoạn 2016-2020, phần đầu ngành nông nghiệp có tốc độ tăng trưởng 5%/năm. Đến năm 2020 giá trị sản xuất toàn ngành khoảng 52.250 tỷ đồng (giá cố định năm 2010);

- Chuyển dịch cơ cấu ngành nông nghiệp theo hướng tăng tỷ trọng những ngành có giá trị, có thị trường như chăn nuôi, hoa màu, cây ăn trái, hoa kiểng, tôm càng xanh, cá đồng.

- Tăng quy mô sản xuất nông nghiệp dưới nhiều hình thức khác nhau, phát triển mô hình cánh đồng liên kết, sản xuất gắn với tiêu thụ, hình thành các cụm công nghiệp - dịch vụ trung tâm, các vùng chuyên canh hoàn chỉnh hạ tầng phục vụ sản xuất và sau thu hoạch như: lò sấy, kho chứa, công trình bảo quản sau thu hoạch.

- Từng bước hiện đại hóa nông nghiệp, ứng dụng khoa học công nghệ, cơ giới hóa, áp dụng các tiêu chuẩn kỹ thuật và tiêu chuẩn thị trường trong sản xuất các mặt hàng chiến lược như lúa gạo, cá tra và xoài, đảm bảo an ninh sinh học trong chăn nuôi, bảo vệ môi trường.

Mục tiêu đến năm 2030:

Phát triển đồng bộ các vùng chuyên canh nông nghiệp có các cụm công nghiệp - dịch vụ trung tâm với kết cấu hạ tầng hiện đại. Hoàn thiện kinh tế hợp tác, trang trại, doanh nghiệp nông nghiệp, hiệp hội, hoàn chỉnh liên kết dọc theo ngành hàng, kết nối giữa sản xuất - chế biến - kinh doanh. Bảo vệ tài nguyên tự nhiên và bảo tồn đa dạng sinh học; thúc đẩy phát triển nền “nông nghiệp xanh”; cải thiện căn bản năng lực phòng chống thiên tai, dịch bệnh; nâng cao năng lực quản lý rủi ro để ứng phó với các tác động xấu của biến đổi khí hậu.

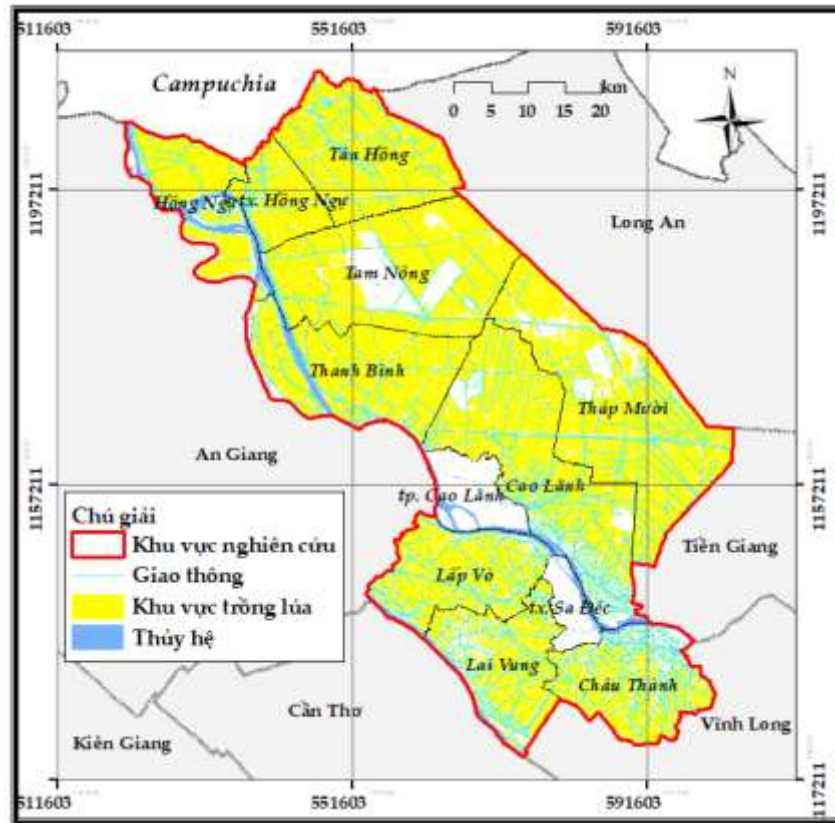
2.2.2 Tình hình sản xuất nông nghiệp

Với lợi thế là nguồn nước ngọt và nguồn lao động dồi dào, Đồng Tháp là một trong những địa phương sản xuất lúa lớn nhất Việt Nam. Đồng Tháp cũng là tỉnh có tổng số cánh đồng mẫu lớn, lớn nhất cả nước. Năm 2021 tổng diện tích gieo trồng toàn tỉnh đạt 504.295ha, sản lượng đạt hơn 3,3 triệu tấn.

Vấn đề về nâng cao chất lượng và sản lượng lúa gạo ở vùng đồng bằng sông Cửu Long nói chung và tỉnh Đồng Tháp nói riêng là vấn đề cấp thiết ảnh hưởng đến kinh tế xã hội của khu vực, đặc biệt là trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Trong những năm qua ngành nông nghiệp của tỉnh cũng đã có những chuyển biến tích cực, chuyển đổi từ “sản xuất nông nghiệp thuần túy” sang phát triển “kinh tế nông nghiệp”. Trong giai đoạn 2005 – 2015 tốc độ tăng trưởng của ngành nông nghiệp của tỉnh có xu hướng giảm dần, tuy sản lượng nông nghiệp chủ lực của tỉnh là cá tra và lúa gạo vẫn tăng nhưng tính ổn định và hiệu quả sản xuất không cao. Làm giảm khả năng cạnh tranh của thị trường trong sản xuất nông nghiệp đi xuống. Trong bối cảnh đó ngày 30-4-2014, UBND tỉnh Đồng Tháp ban hành quy định số 591/QĐ-UBND.HC “Phê duyệt đề án tái cơ cấu ngành nông nghiệp tỉnh Đồng Tháp đến năm 2020 và tầm nhìn 2030”.

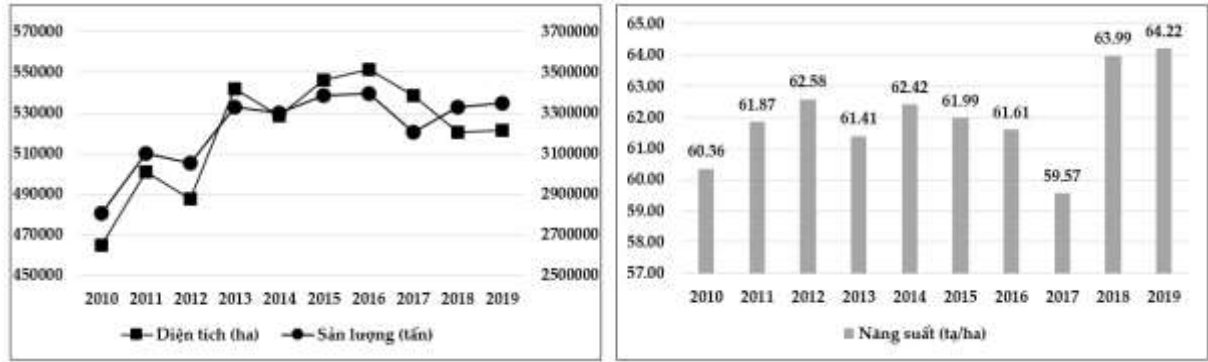
Với mục tiêu phát triển ngành hàng lúa gạo thành ngành xuất khẩu chủ lực, có chất lượng, giá trị gia tăng cao đáp ứng nhu cầu thị trường, tỉnh đã quy hoạch vùng chuyên canh, cải thiện cơ cấu giống, tăng quy mô sản xuất, áp dụng cơ giới hóa, tăng cường liên kết giữa nông dân và doanh nghiệp. Cùng với việc tăng diện tích giống lúa xác nhận, giống lúa chất lượng cao, lúa thơm đặc sản, tỉnh khuyến khích nông dân áp dụng rộng rãi quy trình sản xuất lúa tiên tiến, bền vững, quy trình thực hành sản xuất nông nghiệp tốt

(GAP) và tương đương, canh tác lúa thông minh thích ứng với biến đổi khí hậu, sản xuất lúa hữu cơ; thúc đẩy chế biến tinh, chế biến sâu các sản phẩm từ lúa gạo, chế biến phụ phẩm, cải thiện công tác vận tải, hậu cần, tiếp thị, xây dựng thương hiệu lúa gạo Đồng Tháp, chủ động kết nối sản xuất với thị trường...



Hình 2-3. Hiện trạng đất trồng lúa tỉnh Đồng Tháp

Trong giai đoạn từ 2010, diện tích và năng suất trồng lúa của tỉnh Đồng Tháp tăng lên khá mạnh. Trong khi năm 2010 diện tích và sản lượng lúa của địa phương chỉ ở mức 465.041 ha và 2.806.964 tấn, thì tới năm 2019 con số này là lần lượt là 521.604 ha và 3.349.837 tấn. Tính cho giai đoạn 10 năm, diện tích canh tác sản xuất lúa tăng lên khoảng 12% và sản lượng tăng 19% so với năm 2010. Tuy vậy, năng suất lúa của tỉnh Đồng Tháp trong giai đoạn 10 năm trở lại đây cho thấy các dấu hiệu biến động thất thường. Trong đó, giai đoạn 2014 đến 2017 chứng kiến sự suy giảm năng suất lúa từ 62.42 tạ/ha xuống thấp nhất 59,57 tạ/ha. Mặc dù so với 10 năm trước đây, năng suất lúa đã tăng lên gần 5 tạ/ha, tuy vậy việc theo dõi sự sinh trưởng và phát triển của cây lúa, đảm bảo sản lượng và năng suất vẫn là một công tác quan trọng đối với một địa phương có diện tích trồng lúa lớn như Đồng Tháp.



Hình 2-4. Diện tích, sản lượng, năng suất lúa tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 2010 - 2019
(Nguồn: dữ liệu thống kê kinh tế xã hội tỉnh Đồng Tháp)

2.2.3 Đánh giá hình sản xuất nông nghiệp ở Đồng Tháp

Trong quá trình tái cơ cấu ngành nông nghiệp tỉnh Đồng Tháp đã đạt được những thành tựu nhất định.

Giữ vững tốc độ tăng trưởng ngành nông nghiệp

Tái cơ cấu ngành nông nghiệp, duy trì chuỗi sản xuất các ngành hàng chủ lực; chuyển đổi cơ cấu cây trồng áp dụng các quy trình tiết kiệm chi phí và thực hành nông nghiệp tốt, nâng cao hiệu quả và chất lượng nông sản; đầu tư phát triển hệ thống hạ tầng nông nghiệp, nông thôn, áp dụng các hình thức tưới tiêu tiết kiệm thích ứng với biến đổi khí hậu, góp phần giữ vững tốc độ tăng trưởng ngành nông nghiệp. Giá trị sản xuất khu vực nông, lâm, thủy sản cả năm 2021, ước đạt 45.610 tỷ đồng, tăng 1.501 tỷ đồng so cùng kỳ năm 2020, tương ứng giá trị tăng thêm đạt 19.845 tỷ đồng, tăng 3,32% so năm 2020. Trong đó: Ngành hàng lúa gạo đã duy trì giá trị sản xuất đạt 15.811 tỷ đồng với diện tích gieo trồng cả năm là 504.295 ha. Nhờ áp dụng đồng bộ giải pháp kỹ thuật tăng năng suất, chuyển đổi sử dụng giống lúa chất lượng cao đã tăng lợi nhuận bình quân so với cùng kỳ: vụ Đông Xuân 2020-2021, tăng thêm 8,4 – 9,4 triệu đồng/ha; vụ Hè thu, nhóm giống lúa chất lượng cao tăng 2,35 triệu đồng/ha. Trên cây ăn trái, giá trị sản xuất đạt 4.375 tỷ đồng với diện tích canh tác 39.974 ha, lợi nhuận dao động từ 30 – 350 triệu đồng/ha tùy theo loại cây trồng. Chăn nuôi và thủy sản đã có bước phục hồi tăng trưởng vào các tháng cuối năm. Tổng giá trị sản xuất chăn nuôi và thủy sản cả năm đạt 14.130 tỷ đồng, trong đó diện tích nuôi thủy sản ước cả năm 2021 đạt 5.397 ha với sản lượng thủy sản đạt 576.144 tấn kim ngạch thủy sản đạt trên 689,4 triệu USD với sản lượng 284.455 tấn.

Chung tay hỗ trợ người sản xuất, doanh nghiệp khôi phục hoạt động sản xuất, kinh doanh, đảm bảo an sinh xã hội cho người dân

Tỉnh đã chủ động triển khai, quán triệt các công tác chỉ đạo, quy định về phòng chống dịch bệnh Covid-19 cho các ngành, các cấp; chủ động xây dựng kịch bản, phương án sản xuất kinh doanh, tiêu thụ và cung ứng nông sản trong từng điều kiện cụ thể, đảm bảo lương thực, thực phẩm và rau xanh cung ứng phục vụ nhu cầu người dân trong thời gian thực hiện giãn cách xã hội; chủ động phối hợp rà soát tình hình nông sản tồn đọng, ngành nông nghiệp cùng với ngành công thương và các tổ chức chính trị xã hội giới thiệu, kết nối với các nhà phân phối như: kết nối tiêu thụ với Bách Hóa Xanh, Big C, Siêu thị Co.opmart Cao Lãnh, Viettel Post, Postmart, các doanh nghiệp trong và ngoài tỉnh; kết nối Tổ công tác chỉ đạo sản xuất, kết nối cung ứng tiêu thụ nông sản tại các tỉnh, thành phố phía Nam của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (Tổ công tác 970) cho 83 cơ sở, doanh nghiệp tiêu thụ được 27.691 tấn trái cây, rau, củ, quả và 21.283 tấn thủy sản cho bà con nông dân. Hướng dẫn doanh nghiệp thực hiện lập và thẩm định tổng số 89 phương án thu hoạch thủy sản với sản lượng thu hoạch ước trên 128.503 tấn.

Mô hình sản xuất nông nghiệp “thuận thiên” thích ứng với biến đổi khí hậu được ứng dụng nhân rộng

Tỉnh đang chuyển dịch mô hình sản xuất theo hướng “thuận thiên”, thích ứng với biến đổi khí hậu phù hợp với xu thế tiêu dùng, thị trường. Triển khai nhân rộng các biện pháp canh tác bền vững giảm phân bón, thuốc hóa học và phát thải khí nhà kính như 1P5G, 1P6G, SPR, IPM, ICM...và sản xuất theo hướng hữu cơ. Tận dụng các phụ phẩm nông nghiệp như sử dụng rơm rạ sản xuất nấm sạch và giá thể cho cây trồng; dùng trấu làm củi trấu và than không khói; sử dụng bùn thải của các nhà máy chế biến, ao nuôi thủy sản làm phân bón sinh học. Thực hiện có hiệu quả các mô hình đa canh khác như lúa - tôm, lúa - cá, lúa - cá - vịt, mô hình lúa - sen, mô hình sinh thái Đồng sen gắn với du lịch... Kết quả, bình quân tổng lợi nhuận của các mô hình đạt 47,8 – 64,7 triệu đồng/ha/năm. Trong đó sản xuất lúa cho lợi nhuận 38,3 triệu đồng/ha, cá cho lợi nhuận 9,5 triệu đồng/ha. So với ngoài mô hình, tổng lợi nhuận tăng 14,7 triệu đồng/ha/năm. Những mô hình này vừa “thuận thiên”, vừa đảm bảo nền nông nghiệp tuần hoàn, theo hướng hữu cơ thân thiện môi trường, giúp phục hồi hệ sinh thái, cải thiện độ dinh dưỡng của đất, giảm sử dụng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, giảm chi phí cho nông dân, tạo ra nông sản sạch, và nông sản có giá trị cao hơn khi khai thác các khía cạnh câu chuyện văn hóa, lịch sử tạo ra các sản phẩm OCOP và phát triển du lịch nông nghiệp.

Xây dựng Nông thôn mới, tiếp tục phát huy tinh thần tự lực, tự cường, huy động nguồn lực toàn xã hội tham gia vào công cuộc xây dựng nông thôn mới đạt kết quả tốt.

Tính đến ngày 20/11/2021, toàn Tỉnh đã duy trì và nâng cao chất lượng cho 97/115 xã đạt chuẩn NTM (chiếm 84,34%). Đến cuối năm có 05/06 xã đã gửi hồ sơ xét công nhận xã đạt chuẩn nông thôn mới. Đối với xã nông thôn mới nâng cao, có 06 xã đăng ký thực hiện năm 2021 gửi hồ sơ xét công nhận xã đạt chuẩn NTM nâng cao. Đối với huyện đạt chuẩn nông thôn mới: có 03 đơn vị hoàn thành nhiệm vụ NTM (thành phố Sa Đéc, thành phố Cao Lãnh và thành phố Hồng Ngự), 01 huyện (Tháp Mười) đạt chuẩn nông thôn mới. Huyện Cao Lãnh đã hoàn chỉnh hồ sơ trình Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị Thủ tướng Chính phủ công nhận huyện đạt chuẩn nông thôn mới năm 2020, huyện Châu Thành và huyện Lấp Vò tự đánh giá đạt 08/9 tiêu chí, các huyện đã gửi các đơn vị cấp tỉnh góp ý hoàn chỉnh hồ sơ minh chứng tiêu chí huyện NTM.

Khởi nghiệp trong nông nghiệp gắn với phát triển sản phẩm OCOP có nhiều sức sống mới.

Năm 2021, dịch bệnh Covid – 19 ảnh hưởng không nhỏ đến cộng đồng doanh nghiệp và các dự án khởi nghiệp, nhiều doanh nghiệp đã không chùn bước trước những khó khăn mà chủ động thích ứng biến khó khăn thành thời cơ phát triển, nhiều ý tưởng dự án khởi nghiệp trong lĩnh vực nông nghiệp, chế biến nông sản, sáng tạo các sản phẩm mới phù hợp với thị trường, được người tiêu dùng đón nhận. Điển hình như: dự án khởi nghiệp ứng dụng thiết bị máy bay không người lái để phun thuốc bảo vệ thực vật, dự án phát triển dòng sản phẩm nước giải khát từ sen, dự án các sản phẩm khô từ gạo, dự án các sản phẩm tiện dụng từ sen, túi lá sen, giỏ quà lá sen, tinh dầu, hương liệu ... Các dự án khởi nghiệp ứng dụng công nghệ sinh học, sử dụng phụ phẩm tái tạo và phát triển sinh kế bền vững khá phong phú và đa dạng. Đặc biệt, trong năm có 123 sản phẩm của 57 chủ thể tham gia dự thi đánh giá xếp hạng của Chương trình Quốc gia “Mỗi xã một sản phẩm”. Kết quả có 104 sản phẩm đạt từ 3 – 4 sao của 48 chủ thể, có 26 chủ thể mới tham gia, nâng tổng số sản phẩm OCOP của Tỉnh đạt 265 sản phẩm từ 3 - 4 sao, trong đó, có hơn 100 sản phẩm khởi nghiệp từ lĩnh vực nông nghiệp, chế biến nông sản.

Thuận lợi: i) Đồng Tháp là địa phương đầu tiên trong cả nước được Trung ương lựa chọn thí điểm xây dựng, thực hiện đề án Tái cơ cấu nông nghiệp với nội dung “Hợp tác - Liên kết - Thị trường” và “Giảm chi phí - Tăng chất lượng - Chế biến tinh” và đã tạo ra sự tăng trưởng kinh tế nông nghiệp mạnh mẽ với mức bình quân hằng năm 3,57%. Nhiều nông sản đạt tiêu chuẩn về chất lượng và chế biến gia tăng giá trị, khả năng cạnh

tranh như: Chanh Cao Lãnh, quýt hồng Lai Vung, kiệu Hội An Đông, bánh tráng Tân Hồng, khô cá lóc Tràm Chim, cá tra giống Hồng Ngự... Một số sản phẩm đạt các quy chuẩn xuất khẩu tại thị trường Mỹ, Nhật Bản, Hàn Quốc, Úc, mở ra thêm nhiều cơ hội để phát triển thành ngành hàng mang tầm chiến lược như xoài Cao Lãnh;

ii) Cơ cấu nội ngành nông nghiệp được chuyển đổi theo hướng gia tăng tỷ trọng những sản phẩm có giá trị lúa, cá tra, trái cây, hoa kiểng, rau, củ, quả, sản phẩm chăn nuôi thông qua chuyển đổi canh tác lúa sang cây ăn trái, rau màu, thủy sản và triển khai các mô hình luân canh “lúa - cá”, “lúa - tôm”, “lúa - sen”, tạo ra nông sản an toàn cho người tiêu dùng;

iii) Đồng Tháp đang đẩy mạnh tái cơ cấu nông nghiệp, ứng dụng khoa học - công nghệ 4.0 vào sản xuất nông nghiệp. Đây được xem là giải pháp canh tác mới được chú trọng và mang tính khả thi tại các địa phương như: Ứng dụng hệ thống tin địa lý (GIS) để dự báo tình hình sâu bệnh trong trồng trọt và quản lý dịch tễ trong chăn nuôi, công nghệ tự động “1 chạm - 5 biết” kết hợp với sử dụng phân bón thông minh, bẫy đèn thông minh, mô hình phun thuốc bằng máy bay không người lái phục vụ canh tác lúa thông minh, mô hình trồng rau thủy canh kết hợp nuôi cá – Aquaponics....

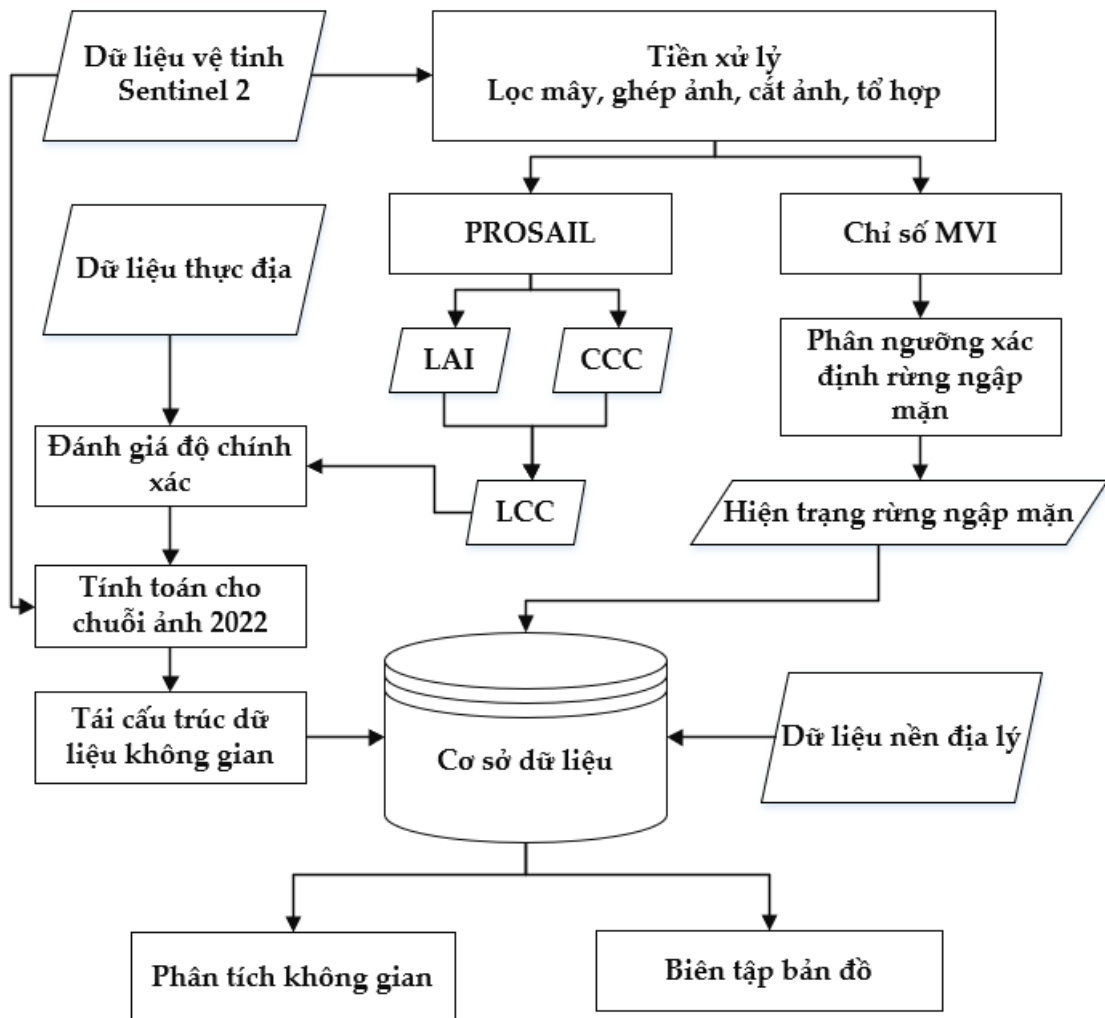
iv) Tập trung phát triển HTX quy mô lớn, tăng cường các hoạt động "sản xuất chung", "mua chung", "bán chung" nhằm tăng chất lượng nông sản, giảm giá thành. Khuyến khích tích tụ ruộng đất theo yêu cầu phát triển nền nông nghiệp công nghệ cao, hữu cơ và bền vững. Có các chính sách và cơ chế ưu đãi khuyến khích đầu tư.

Một số khó khăn/Hạn chế: i) Tích tụ ruộng đất còn hạn chế để tạo lập vùng sản xuất tập trung, áp dụng chuyên môn hóa, cơ giới hóa, quản trị tiên tiến...; ii) Liên kết sản xuất cánh đồng lớn gắn với chế biến, tiêu thụ có hiệu quả cao nhưng còn ít, đa số vẫn là sản xuất nhỏ lẻ; iii) Áp dụng các mô hình Global Gap, Vietgap ...cánh đồng mẫu lớn... đa số gặp khó khăn về vốn và nhân lực chất lượng; iv) Hạ tầng kết nối trong huyện, vùng còn hạn chế; v) Sản phẩm chất lượng cao và các sản phẩm gia tăng giá trị còn ít, quản lý chất lượng vật tư nông nghiệp và vệ sinh an toàn thực phẩm các sản phẩm nông sản chủ lực còn hạn chế; vi) Cơ chế chính sách hỗ trợ, ưu đãi để thu hút đầu tư phát triển nông lâm thủy sản còn nhiều hạn chế trong thực thi.

CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM THÀNH LẬP BẢN ĐỒ SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY LÚA KHU VỰC TỈNH ĐỒNG THÁP

3.1 Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu tổng thể được trình bày trong sơ đồ dưới đây. Một cách tổng quát, nguồn dữ liệu được thu thập bao gồm chuỗi ảnh vệ tinh Sentinel 2 khu vực tỉnh Đồng Tháp năm 2023, dữ liệu thực địa, và dữ liệu nền địa lý. Ảnh vệ tinh thông qua các bước tiền xử lý được đưa vào mô hình ước tính chỉ số Leaf Area Index (LAI) và Cab, Cw. Các sản phẩm được đánh giá độ chính xác, sau đó tính toán cho toàn bộ tệp dữ liệu ảnh, tái cấu trúc dữ liệu để hoàn chỉnh bộ sản phẩm. Các sản phẩm này được trình bày bản đồ và sử dụng để phân tích thống kê trên quy mô không gian. Chi tiết các bước được trình bày dưới đây.



Hình 3.1. Quy trình nghiên cứu tổng thể

3.1.1 Lựa chọn chỉ số sinh hóa

- nghiên cứu các chỉ số sinh hóa đặc trưng cho sự phát triển của cây lúa

LAI (Leaf area index): Chỉ số diện tích lá là tỉ lệ giữa tổng diện tích lá còn xanh (tính bằng m^2) trên tổng diện tích đất ruộng (tính bằng m^2). Chỉ số diện tích lá thay đổi theo loài và giống cây trồng, mùa vụ trồng và trình độ thâm canh. Chỉ số này tăng dần trong quá trình sinh trưởng của cây, đạt đến đỉnh cao rồi giảm dần khi sắp thu hoạch. Đối với lúa, chỉ số diện tích lá thường cao nhất khi lúa sắp trổ. Chỉ số diện tích lá nói lên mức độ lợi dụng đất canh tác nhằm tạo ra sản phẩm sinh học.

Cab (leaf chlorophyll content) hàm lượng chất diệp lục trong lá. Chlorophyll Chlorophyll có ý nghĩa vô cùng quan trọng đối với sự sống trên Trái Đất. Nhờ có chlorophyll, quá trình quang hợp được thực hiện, tạo ra năng lượng nuôi sống tất cả sinh vật trên Trái Đất bù đắp lại những chất hữu cơ đã tiêu hao trong quá trình sống; cân bằng khí CO₂ và O₂ trong không khí; quang hợp liên quan đến mọi hoạt động sống kinh tế của con người. Hàm lượng chất diệp lục là một chỉ số đánh giá rất tốt cho tình trạng sức khỏe của thực vật

Cw (leaf water content) hàm lượng nước trong lá. Cw có vai trò quan trọng để duy trì hoạt động sống của thực vật. Hàm lượng nước trong lá có vai trò quan trọng trong quá trình trao đổi chất trong cây, hàm lượng nước trong lá có liên quan trực tiếp đến cường độ thoát hơi nước ở lá. Sự thoát hơi nước ở lá tạo ra động lực cho quá trình hút nước, đặc biệt khi quá trình thoát hơi nước diễn ra, khí khổng mở tạo điều kiện cho khí CO₂ khuếch tán vào bên trong và O₂ thoát ra bên ngoài giúp quá trình quang hợp diễn ra thuận lợi. Điều này có ảnh hưởng tới năng suất của cây trồng.

3.1.2 Dữ liệu viễn thám

Chùm vệ tinh Sentinel-2 (2A và 2B) bao gồm hình ảnh quang học hai dải không gian rộng, độ phân giải trung bình-cao (10, 20 và 60m), tần suất quan sát 5 –10 ngày. Toàn bộ hơn 300 cảnh ảnh giai đoạn tháng 1/2019 đến tháng 6/2023 trên khu vực nghiên cứu được thu thập. Vị trí của khu vực nghiên cứu nằm trong khu vực cận nhiệt đới ẩm của Nam Bộ với điều kiện có nhiều mây kéo dài hàng năm. Trong số 13 band với độ phân giải khác nhau từ 10-60m, 10 band đã được chọn. Trong nghiên cứu này, band với độ phân giải 60m được loại khỏi phân tích. Mười band còn lại được tái chia mẫu về cùng độ phân giải thành 10m.

Bảng 3-1. Thông số ảnh vệ tinh Sentinel-2

Kênh	Min	Max	Bước sóng trung tâm	FWHM	SNR
2	457.5	522.5	490	65	154
3	542.5	577.5	560	35	168
4	650	680	665	30	142
5	697.5	712.5	705	15	117
6	732.5	747.5	740	15	89
7	773	793	783	20	105
8	784.5	899.5	842	115	174
8a	855	875	865	20	72
11	1565	1655	1610	90	100
12	2100	2280	2190	180	100

Tần suất mây che phủ cao dưới ảnh hưởng của nền khí hậu nhiệt đới gió mùa dẫn tới việc các quan sát không đầy đủ trong miền ánh sáng nhìn thấy trên ảnh vệ tinh Sentinel 2. Các pixel mây cần được loại bỏ để tránh các ước tính sai. Việc kiểm soát chất lượng từng pixel trên ảnh viễn thám dẫn tới các ảnh bị khuyết dữ liệu điểm ảnh. Trong nghiên cứu này sử dụng kênh QA60 có sẵn trên từng tệp ảnh vệ tinh Sentinel 2 để loại bỏ các pixel mây. Ảnh sau khi được tiền xử lý sẽ được cắt theo ranh giới khu vực nghiên cứu.

3.1.3 Xác định đối tượng lúa

Khu vực nghiên cứu trên địa bàn tỉnh Đồng Tháp là môi trường tương đối đồng nhất. Với việc canh tác các ảnh đồng mẫu lớn làm cho việc xác định c

Như đã trình bày ở trên, khu vực nghiên cứu mặc dù có sự phân bố rất lớn rừng ngập mặn, tuy nhiên trong khu vực nghiên cứu còn bao gồm nhiều loại hình lớp phủ khác không phải thực vật ngập mặn. Đặc biệt, đối với khu vực thuộc ban quản lý rừng phòng hộ Đất Mũi, các mô hình nuôi trồng thủy sản xen kẽ trồng rừng ngập mặn được giao cho từng hộ gia đình với tỷ lệ chuyển đổi trung bình 60% diện tích rừng và 40% diện tích ao nuôi trồng thủy sản. Điều này dẫn đến cảnh quan không đồng nhất trên khu vực nghiên cứu, cũng như các ước tính sai khác cho các đối tượng không phải thực vật. Để đảm bảo hiệu suất ước tính của mô hình, chỉ số thực vật ngập mặn (Mangrove Vegetation Index – MVI) được sử dụng để tạo mặt nạ loại bỏ các pixel không phải là rừng ngập mặn

$$MVI = (NIR - Green) / (SWIR1 - Green)$$

Trong đó, NIR (near infrared) là giá trị phổ phản xạ kênh cận hồng ngoại tương ứng kênh 8, Green là kênh lam tương ứng kênh 3, and SWIR1 (shortwave infrared) đại diện cho kênh hồng ngoại sóng ngắn tương ứng kênh 11. Ngưỡng để phân biệt các pixel rừng và không rừng ngập mặn được cài đặt mặc định là 4.5.

3.1.4 Tái cấu trúc dữ liệu không gian

Chuỗi bản đồ sau quá trình ước tính thường không đầy đủ pixel trên quy mô không gian do bị ảnh hưởng bởi mây che phủ. Vấn đề thường xuyên ra đời với khu vực có nền khí hậu nhiệt đới gió mùa, đặc biệt là trong mùa mưa. Vì vậy thuật toán tái cấu trúc dữ liệu tự động Whittaker được thực hiện cho chuỗi dữ liệu bản đồ LCC trung bình tháng trên khu vực nghiên cứu. Hệ số phục hồi dữ liệu lambda được cài đặt theo các mức 0.1, 1, 10, 100, 100 nhằm mục đích để đánh giá và so sánh các kết quả sau quá trình tái cấu trúc dữ liệu.

Một trong những vấn đề dẫn đến việc thất bại trong các nghiên cứu viễn thám sử dụng ảnh vệ tinh quang học là sự ảnh hưởng bởi mây che phủ. Trong điều kiện khí hậu điển hình nhiệt đới gió mùa tại Việt Nam, mây thường xuất hiện với tần suất cao. Điều này dẫn đến các sản phẩm bản đồ thường không đầy đủ trên quy mô không gian. Vì vậy cần áp dụng các thuật toán tái cấu trúc dữ liệu để phục hồi đầy đủ thông tin không gian trên từng pixel cho các sản phẩm viễn thám trên khu vực nghiên cứu. Các thuật toán bao gồm Whittaker và chuỗi dữ liệu điều hòa harmonic.

3.2 Đánh giá độ chính xác

Độ chính xác của mô hình được đánh giá bằng cách so sánh các ước tính từ dữ liệu viễn thám với các giá trị thực địa với tổng số mẫu thực địa là 41. Các giá trị ước tính sai số được sử dụng bao gồm: hệ số tương quan tuyến tính Pearson (R), Mean Absolute Error (MAE), root mean square error (RMSE), và RMSE được chuẩn hóa (NRMSE). Các đại lượng trên được tính theo các công thức dưới đây

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{\text{ước tính}} - y_{\text{đo đạc}}|$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{\text{ước tính}} - y_{\text{đo đạc}})^2}$$

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (y_{\text{ước tính}}^i - \bar{y}_{\text{ước tính}})(y_{\text{đo đạc}}^i - \bar{y}_{\text{đo đạc}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{\text{ước tính}}^i - \bar{y}_{\text{ước tính}})^2 \sum_{i=1}^n (y_{\text{đo đạc}}^i - \bar{y}_{\text{đo đạc}})^2}} \right)^2$$

3.3 Kết quả


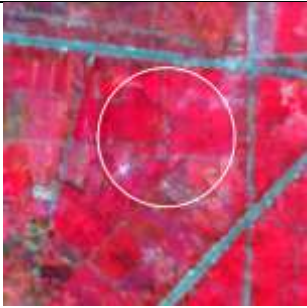

3.3.1 Xây dựng bản đồ hiện trạng lớp phủ tỉnh Đồng Tháp


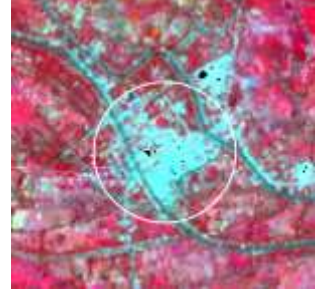


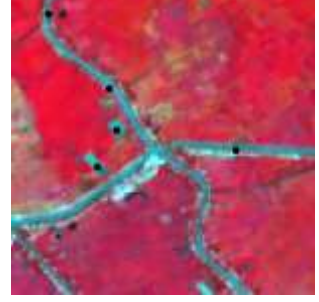




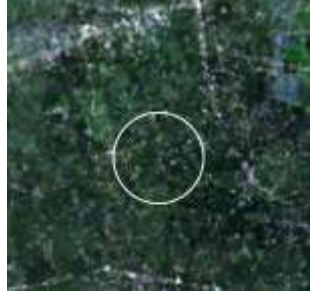


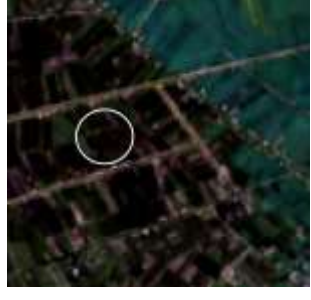


Khu vực nghiên cứu trên địa bàn tỉnh Đồng Tháp bao gồm nhiều loại hình lớp phủ khác nhau như thực vật (nông nghiệp, rừng), công trình xây dựng, mặt nước... Trong khi đó để tiến hành giám sát lúa trên quy mô không gian, một trong những vấn đề tiên quyết là phải xác định được các khu vực trồng lúa một cách chính xác. Chính vì vậy mà bản đồ hiện trạng lớp phủ tỉnh Đồng Tháp được thành lập. Từ đó có thể triết tách và thành lập bản đồ hiện trạng canh tác lúa tỉnh Đồng Tháp phục vụ cho các phân tích tiếp theo. Theo đó, ảnh Sentinel-2 tính trung bình năm 2023 toàn tỉnh Đồng Tháp sẽ được sử dụng để phân loại thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ.

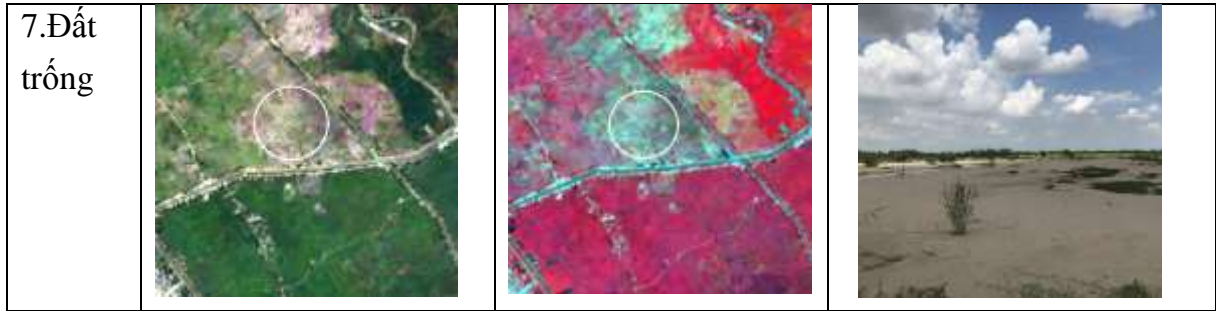
Dữ liệu thực địa bao gồm 994 điểm thể hiện cho 7 loại hình lớp phủ chủ yếu được điều tra trên toàn tỉnh Đồng Tháp. Trong số điểm dữ liệu thực địa này, 70% (696 điểm) sẽ được dùng để huấn luyện mô hình và thực hiện phân loại và 30% (298 điểm) còn lại được dùng để đánh giá độ chính xác sau phân loại.

Trong nghiên cứu này, hệ thống các loại hình sử dụng đất được xác định dựa trên hệ thống phân loại lớp phủ của FAO, cơ sở dữ liệu lớp phủ của USGS, căn cứ theo quy định về thành lập bản đồ và cập nhật bản đồ hiện trạng sử dụng đất của Việt Nam, cũng như số liệu thực địa mà đề tài đã thực hiện. Kết quả đã xác định được 07 loại hình chính bao gồm: (1) lúa, (2) dân cư, (3) thủy hệ, (4) rừng, (5) cây ăn trái, (6) hoa màu, (7) đất trồng cây bụi. Đối tượng mặt nước được hiểu là tất cả các hệ thống sông, suối, ao hồ, kênh mương. Đối tượng dân cư và công trình bao gồm các khu dân cư, các công trình xây dựng.

Bảng 3-2. Các loại hình lớp phủ tỉnh Đồng Tháp

Lớp phủ	Tổ hợp màu thực	Tổ hợp màu giả	Ảnh thực tế
1. Lúa			

2. Dân cư			
3. Thủy hệ			
4. Rừng			
5. Cây ăn trái			
6. Rau màu			



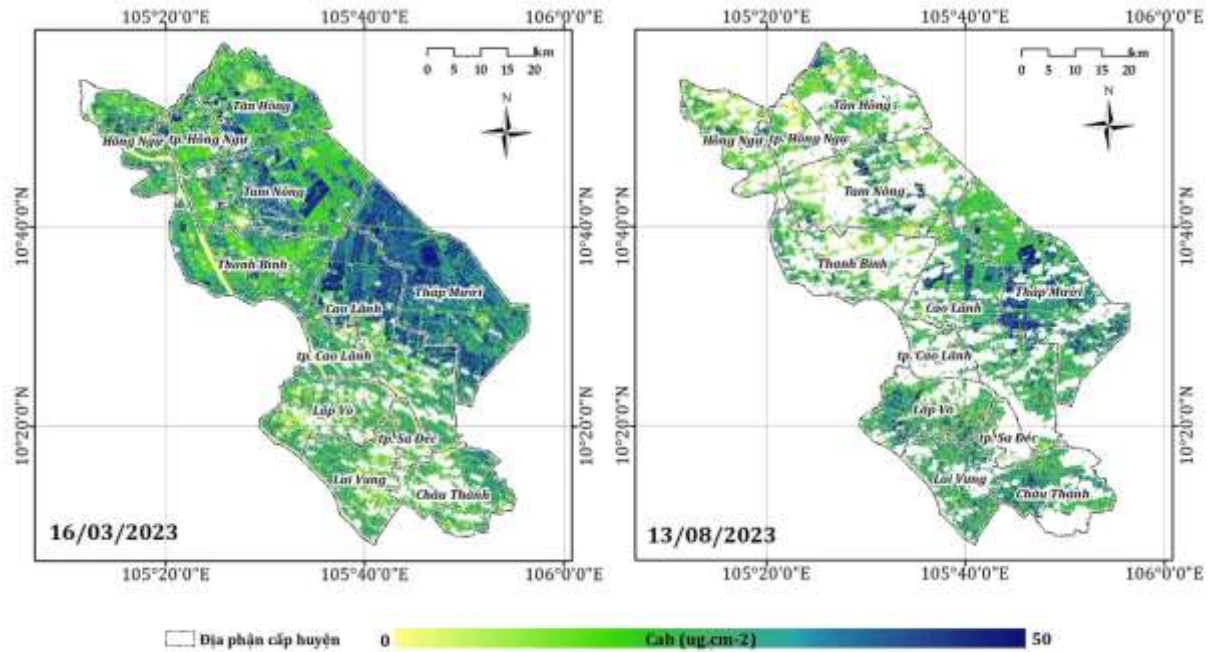
Đề tài tiếp cận Google Earth Engine nhằm mục đích xử lý các dữ liệu viễn thám một cách nhanh chóng. Toàn bộ các bước xử lý sẽ được thực hiện và cho ra kết quả tức thời thông qua nền tảng này. Thuật toán học máy Random Forest được lựa chọn và là phương pháp phân loại chủ đạo trong nghiên cứu này. Thuật toán Random Forest được đề xuất bởi Breiman vào năm 2001. Đây là thuật toán phân loại có kiểm định dựa trên cây quyết định. Cây quyết định là một sơ đồ phát triển có cấu trúc dạng cây phân nhánh. Phân loại RF chứa một lượng lớn các cây. Mỗi cây được phát triển từ các pixel huấn luyện (training pixels) được lựa chọn ngẫu nhiên. Số lượng cây con được lựa chọn phụ thuộc vào khoảng thời gian xử lý ngắn nhất để kết quả đạt được độ sai số thấp nhất. Sau khi mô hình Random Forest được tạo thành, mỗi kết quả của các cây con trong tập hợp sẽ bỏ phiếu cho lớp phổ biến nhất và cho ra một kết quả phân loại.

Ma trận sai số được dùng để đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại ảnh. Ma trận sai số là một ma trận vuông được sắp xếp theo hàng và cột, chỉ rõ số lượng các mẫu pixel được gán cho một lớp riêng biệt liên quan tới các lớp thực tế, hay nói cách khác là so sánh các pixel kết quả phân loại với dữ liệu tham khảo. Ma trận sai số là một cách hiệu quả để hiển thị độ chính xác bản đồ trong đó độ chính xác của từng loại được mô tả rõ ràng bao gồm sai số thu nhận và sai số loại trừ. Ma trận sai số cho phép tính toán được độ chính xác tổng thể, độ chính xác nhà sản xuất và độ chính xác của người sử dụng. Trong đó, độ chính xác tổng thể là tổng các giá trị của đường chéo chia cho tổng số đơn vị mẫu trong ma trận sai số. Ma trận sai số cho phép hiển thị một cách chi tiết sai số của từng lớp phủ cũng như cho thấy sự nhầm lẫn giữa các lớp phủ trong quá trình phân loại.

3.3.2 Tái cấu trúc dữ liệu không gian

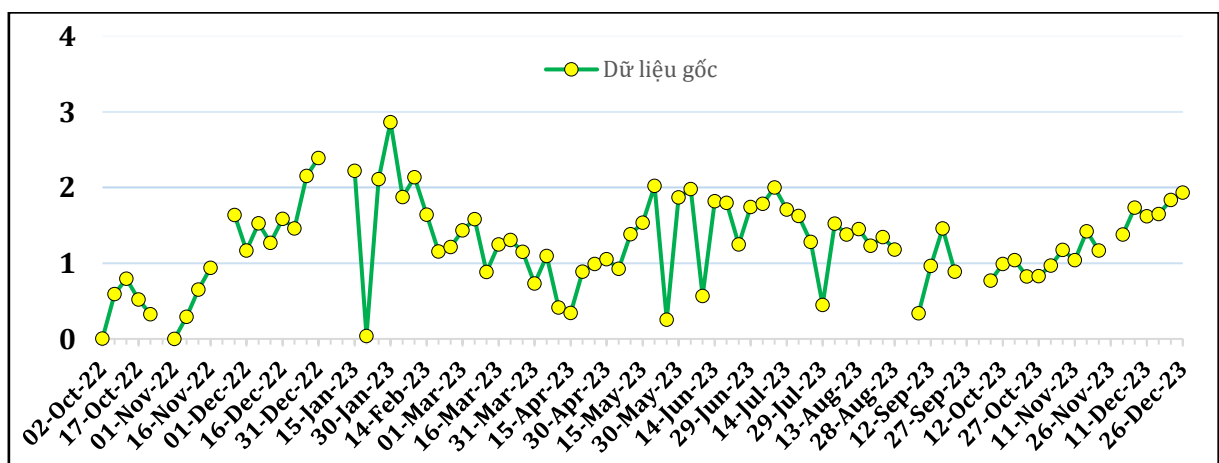
Chuỗi bản đồ sau quá trình ước tính thường không đầy đủ pixel trên quy mô không gian do bị ảnh hưởng bởi mây che phủ. Vấn đề thường xuyên ra đời với khu vực có nền khí hậu nhiệt đới gió mùa, đặc biệt là trong mùa mưa. Vì vậy thuật toán tái cấu trúc dữ liệu tự động Whittaker được thực hiện cho chuỗi dữ liệu bản đồ LAI và CAB trung bình tháng trên khu vực nghiên cứu. Hệ số phục hồi dữ liệu lambda được cài đặt theo các mức

hồi đầy đủ thông tin không gian trên từng pixel cho các sản phẩm viễn thám trên khu vực nghiên cứu.

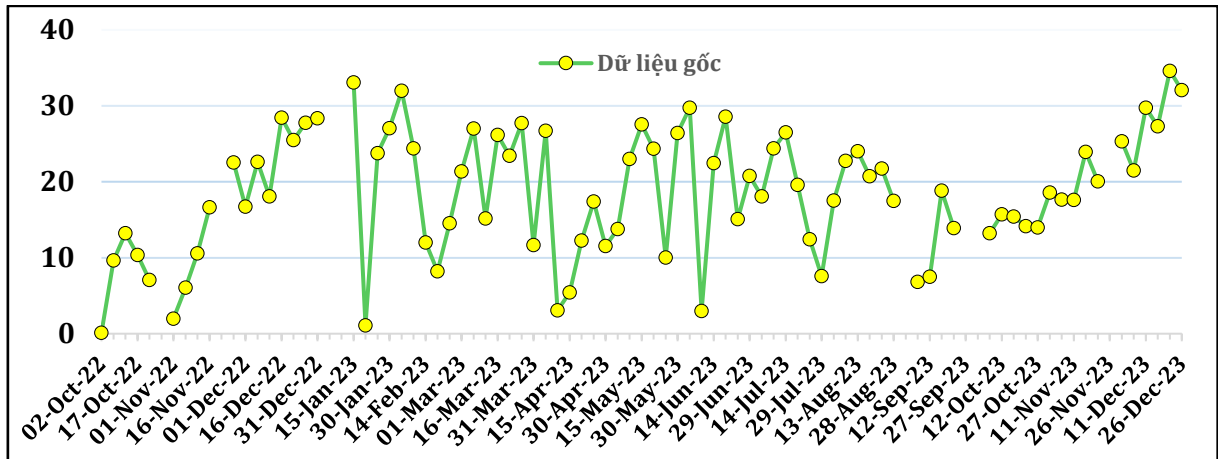


Hình 3-3. Kết quả ước tính hàm lượng diệp lục thực vật tỉnh Đồng Tháp

Trên quy mô không gian, quan sát chuỗi dữ liệu thường gây khó khăn cho việc xác định các xu hướng do bởi nguồn dữ liệu vừa bị thiếu và chưa được hiệu chỉnh hài hòa theo thời gian gian. Dưới đây là chuỗi dữ liệu theo thời gian LAI và Cab tính trung bình cho toàn bộ tỉnh Đồng Tháp trước khi tiến hành tái cấu trúc dữ liệu.



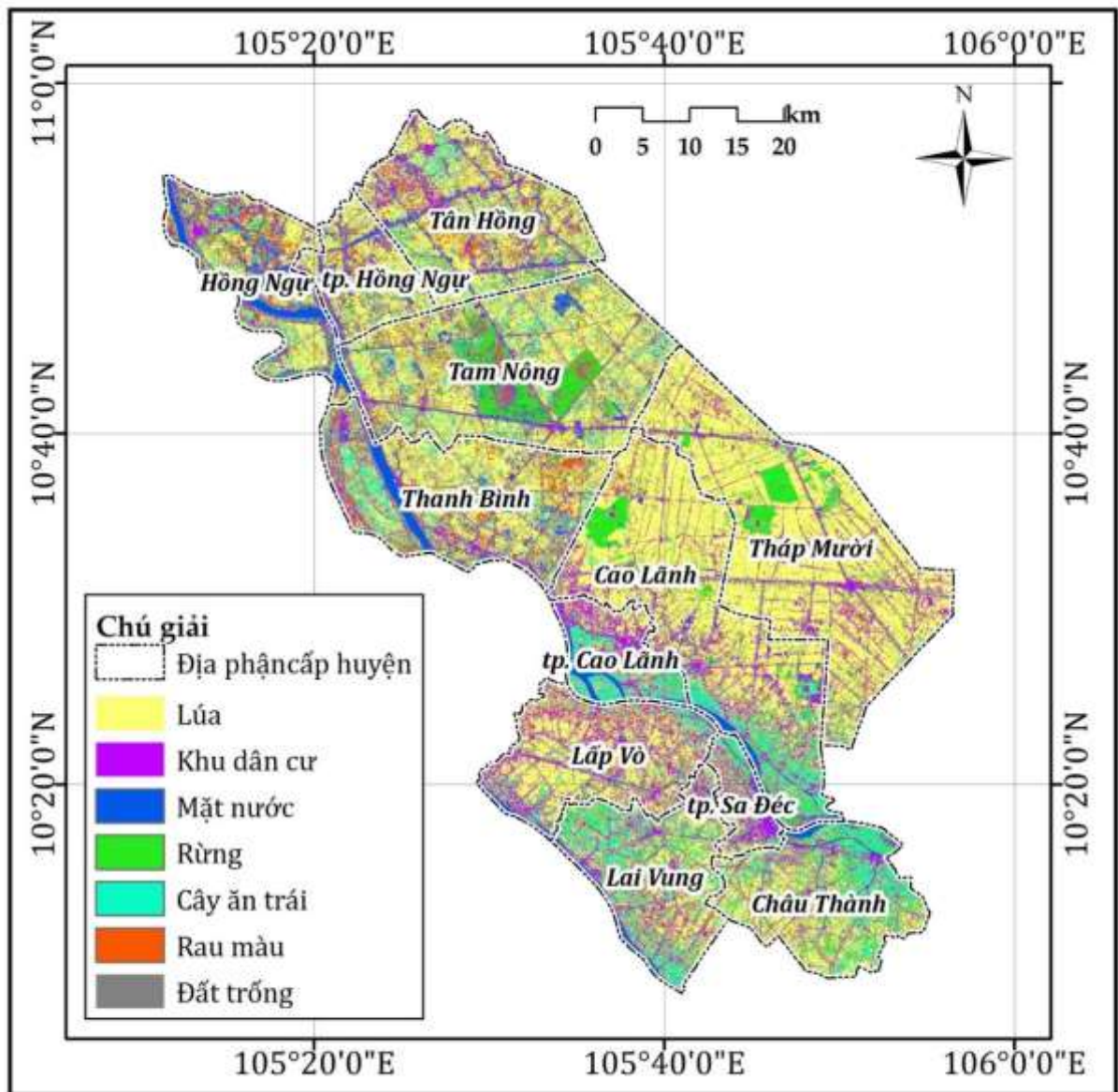
Hình 3-4. Chuỗi dữ liệu gốc LAI tính trung bình toán tỉnh Đồng Tháp



Hình 3-5. Chuỗi dữ liệu gốc Cab tính trung bình toán tỉnh Đồng Tháp

3.3.4 Bản đồ hiện trạng lớp phủ tỉnh Đồng Tháp

Bản đồ hiện trạng lớp phủ tỉnh Đồng Tháp năm 2023 được thành lập từ dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2, thuật toán học máy Random Forest cho thấy phần lớn hiện trạng diện tích của tỉnh Đồng Tháp tập trung vào canh tác lúa. Các loại hình lớp phủ còn lại mặc dù có diện tích không nhiều nhưng được phân biệt khá rõ ràng, bao gồm rừng, khu dân cư, mặt nước và hệ thống sông suối. Hai loại hình canh tác nông nghiệp còn lại của Đồng Tháp bao gồm cây ăn trái và rau màu cũng được phân biệt khá rõ ràng đối với diện tích trồng lúa. Nhìn chung mô hình phân loại dựa trên thuật toán học máy Random Forest và gần 700 điểm thực địa cho kết quả phản ánh đúng thực trạng của khu vực tỉnh Đồng Tháp.



Hình 3-6. Bản đồ hiện trạng lớp phủ tỉnh Đồng Tháp năm 2023

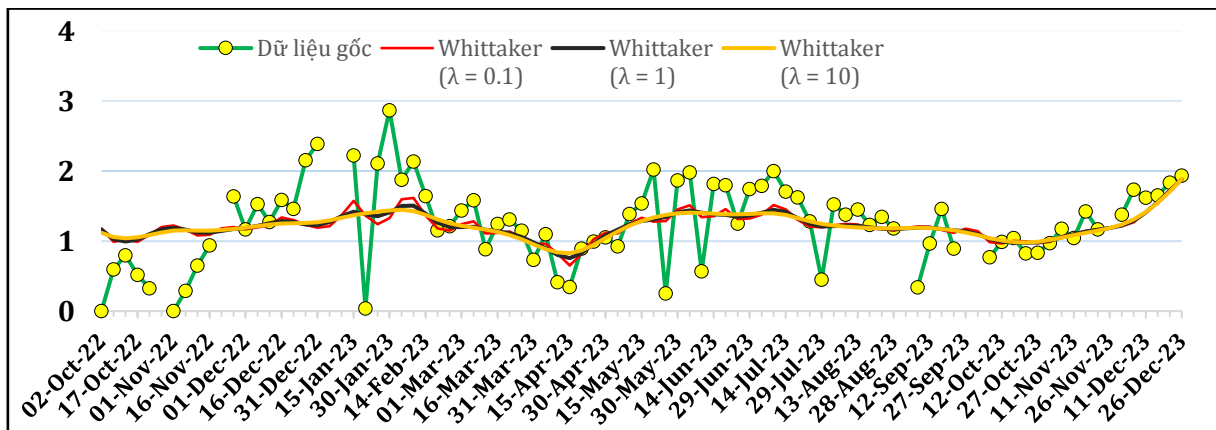
Với 30% số lượng điểm thực địa được sử dụng để đánh giá độ chính xác bản đồ lớp phủ, tổng Số điểm được dùng để đánh giá độ chính xác khi thực hiện phân loại trên tư liệu ảnh trung bình năm 2023 Sentinel-2 bằng thuật toán Random Forest là 298 điểm. Trong số này, có 246 điểm được phân loại vào đúng với lớp phủ của nó. Đối với độ chính xác nhà sản xuất, loại hình đạt độ chính xác cao nhất là rừng, sau đó tới lúa, trong khi loại hình đạt độ chính xác thấp nhất là rau màu và đất trống. Trong khi đó, độ chính xác người dùng đạt được độ chính xác cao nhất là lúa, trong khi độ chính xác thấp nhất lại là rừng. Độ chính xác theo các hạng mục đều trên 74%, cho thấy mức độ tin cậy của mô hình phân loại. Lúa cũng là loại hình có độ chính xác cao nhất và cũng là đối tượng chiếm diện tích chủ yếu tại khu vực nghiên cứu.

Bảng 3-3. Độ chính xác của phương pháp phân loại hiện trạng lớp phủ tỉnh Đồng Tháp năm 2023

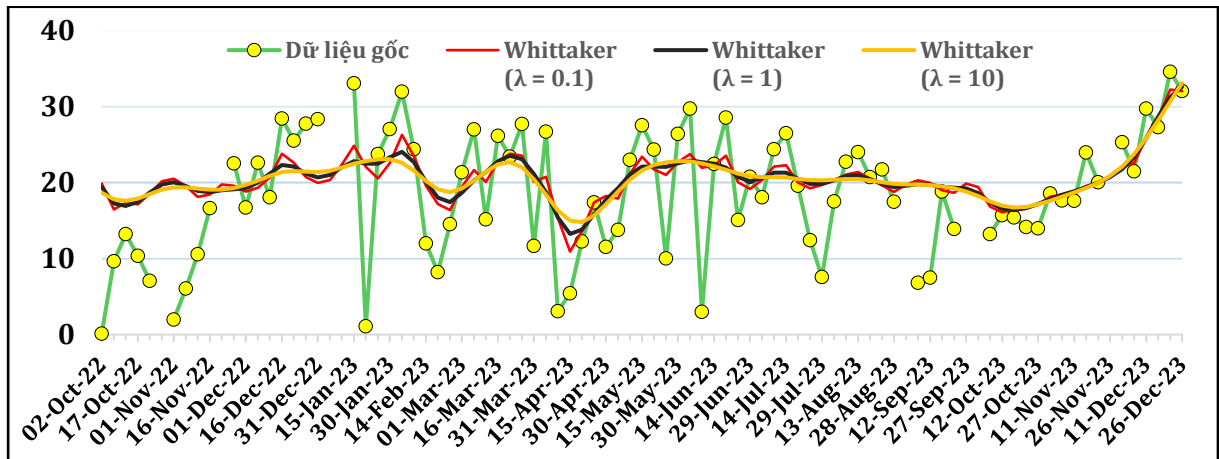
Loại hình	Lúa	Dân cư	Mặt nước	Rừng	Cây ăn trái	Rau màu	Đất trồng	Tổng số	Đcx người dùng
Lúa	77	1	0	1	3	3	2	87	88.51
Dân cư	1	28	1	1	2	2	1	36	77.78
Mặt nước	1	2	19	1	1	0	0	24	79.17
Rừng	0	0	1	26	1	0	0	28	92.86
Cây ăn trái	5	0	0	3	40	0	2	50	80.00
Rau màu	3	1	0	2	2	30	1	39	76.92
Đất trồng	2	2	2	1	0	1	26	34	76.47
Tổng số	89	34	23	35	49	36	32	298	
Độ chính xác nhà sản xuất	86.52	82.35	82.61	74.29	81.63	83.33	81.25		
Độ chính xác tổng thể: 82,55%									

3.3.5 Tái cấu trúc dữ liệu

Quy trình tái cấu trúc dữ liệu được thử nghiệm với các mức hệ số lần lượt là 0.1, 1 và 10. Mục đích của việc này là hoàn thành các sản phẩm viễn thám bị ảnh hưởng bởi mây che phủ. Biểu đồ cho thấy giá trị trung bình của dữ liệu raster LAI và Cab khi so sánh giữa giá trị ban đầu trước khi tái cấu trúc và các sản phẩm tái cấu trúc tương ứng với các mức hệ số. Nhìn chung khi tái cấu trúc dữ liệu khi sử dụng cái hệ số Lamda khác nhau thì dữ liệu cũng có mức độ sai khác lớn dần so với dữ liệu gốc. Dữ liệu gốc cũng xuất hiện những giá trị bất thường có thể do ảnh hưởng của chất lượng ảnh vệ tinh và mô hình ước tính.

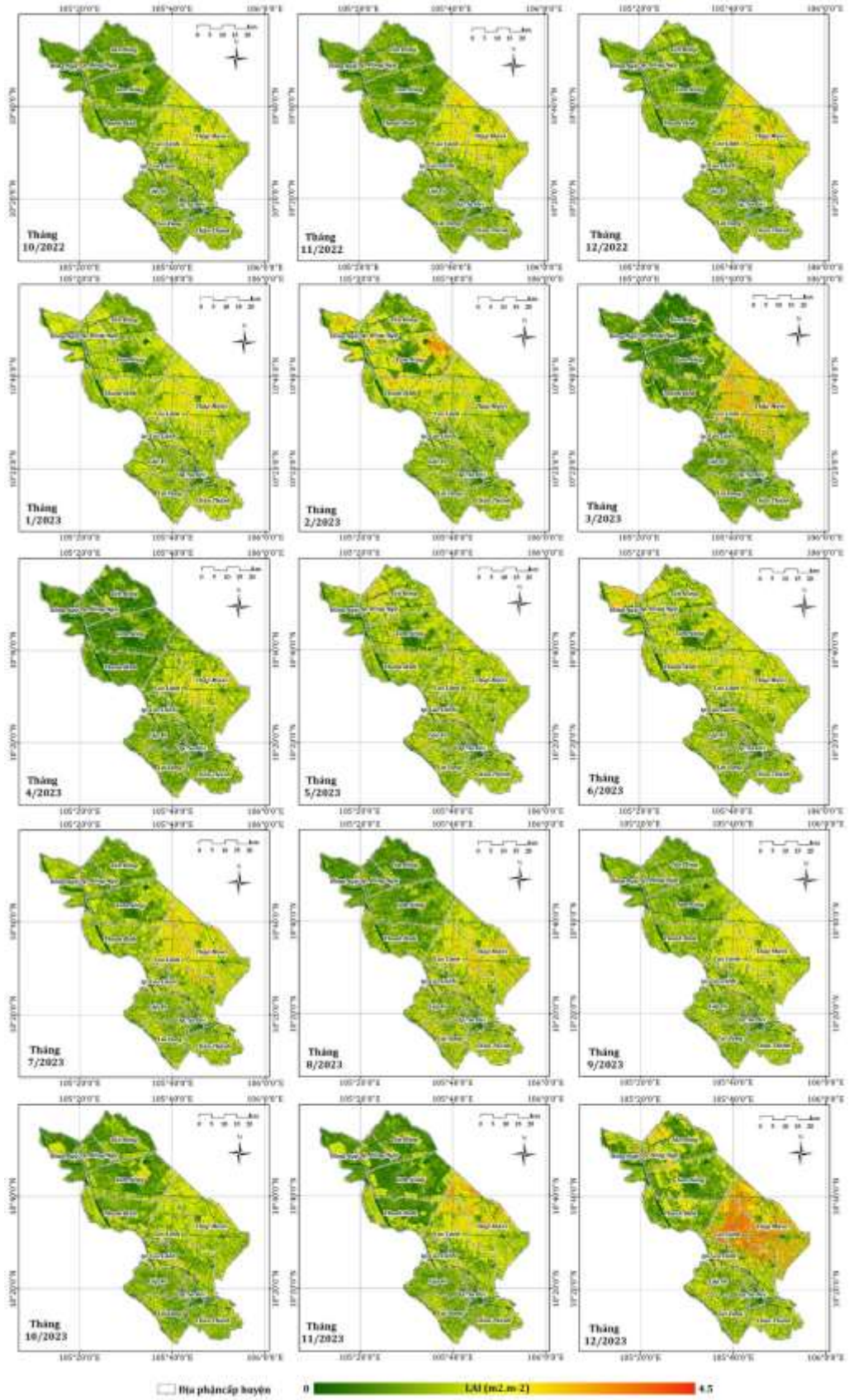


Hình 3-7. Kết quả tái cấu trúc dữ liệu LAI toàn tỉnh Đồng Tháp

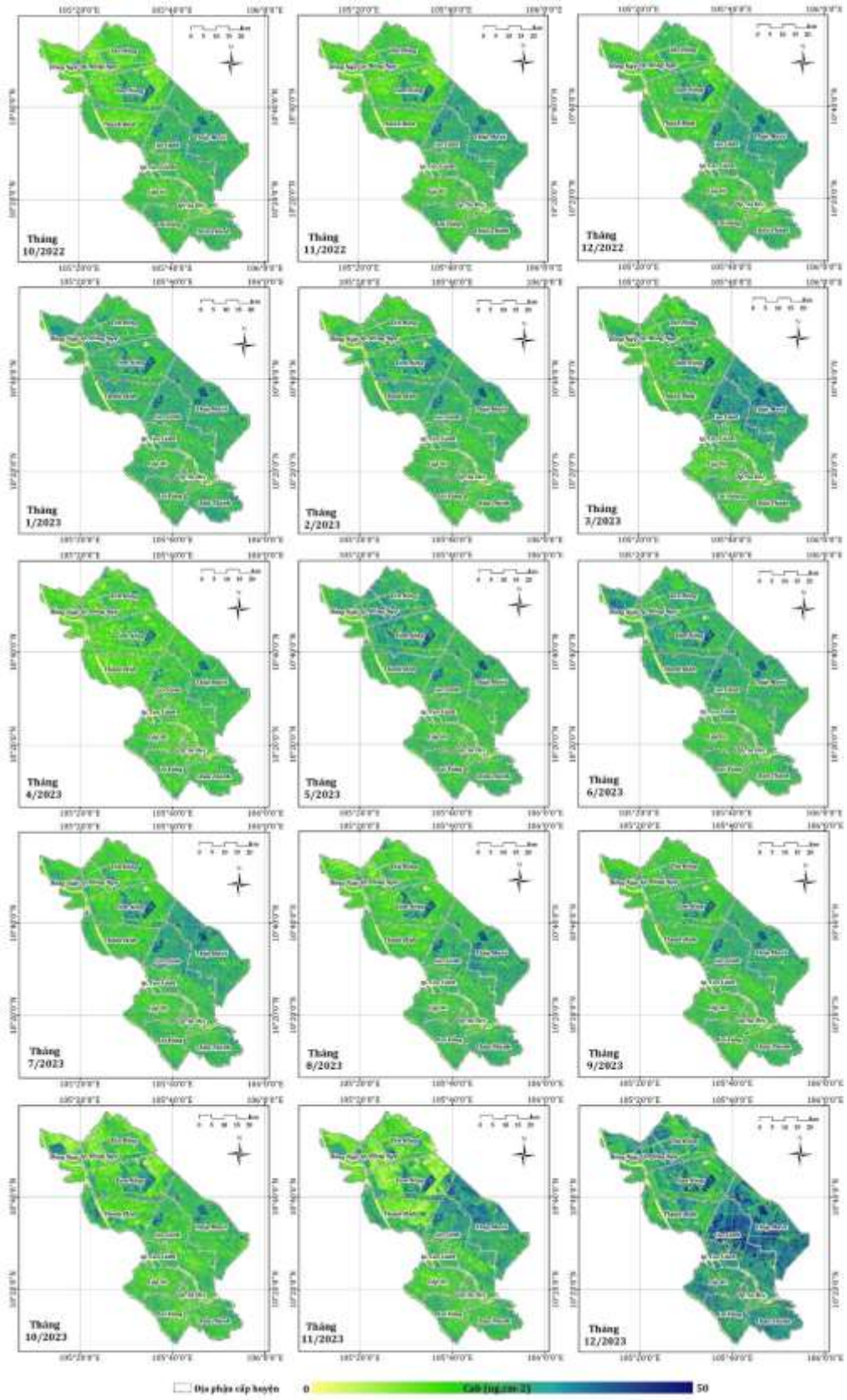


Hình 3-8. Kết quả tái cấu trúc dữ liệu Cab toàn tỉnh Đồng Tháp

Để phục vụ cho việc phân tích đặc tính vụ mùa tính Đồng Tháp theo các giai đoạn và phân bố không gian khác nhau, nghiên cứu lựa chọn ngưỡng $\lambda = 10$ để áp dụng cho chuỗi dữ liệu đặc tính hóa sinh tỉnh Đồng Tháp. Ngưỡng này đảm bảo cho chuỗi dữ liệu được hài hòa loại bỏ các giá trị nhiễu cũng như giữ nguyên được xu thế thay đổi của đặc tính hóa sinh thực vật. Sau quá trình tính toán, các bản đồ trung bình tháng từ 10/2022 đến tháng 12/2023 được xây dựng.

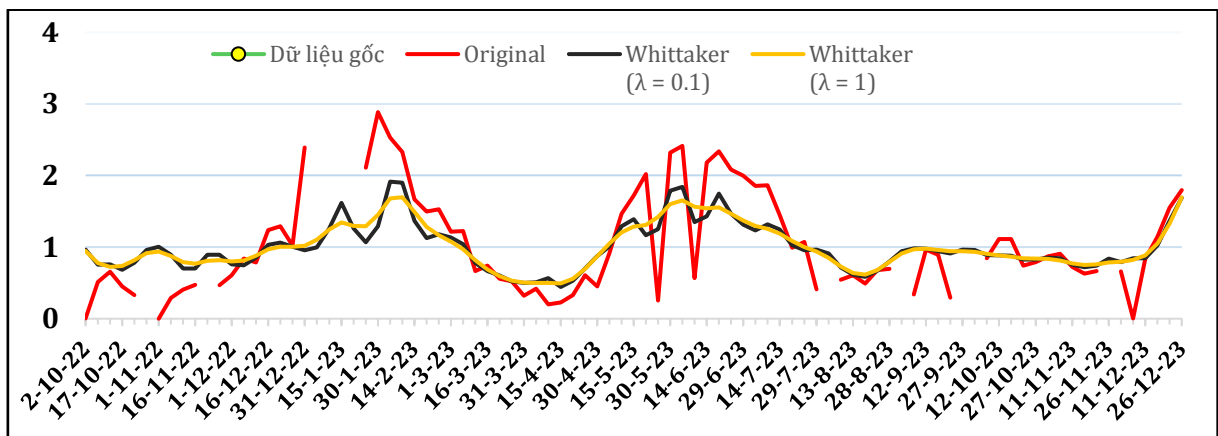


Hình 3-9. Bản đồ trung bình tháng LAI tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 10/2022 – 12/2023

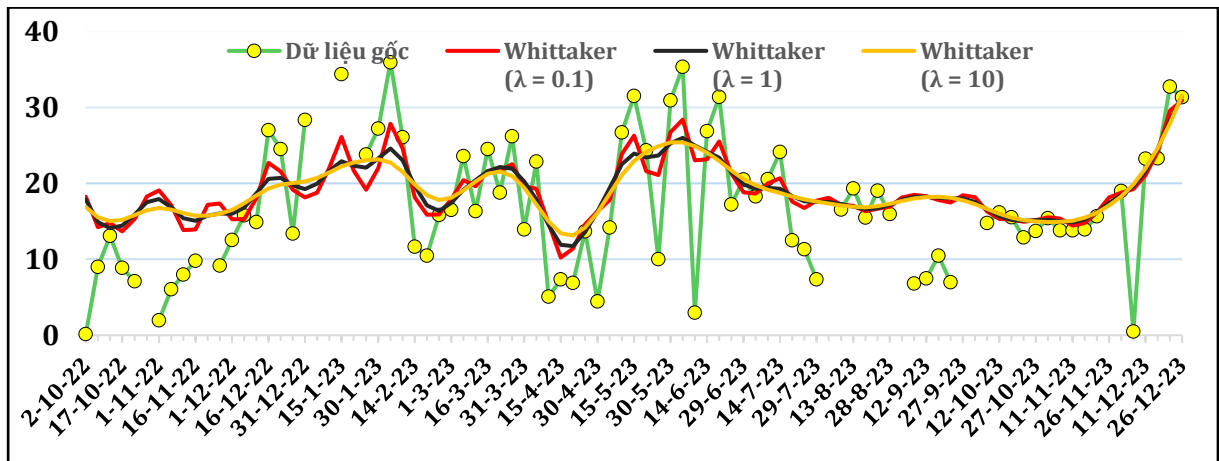


Hình 3-10. Bản đồ trung bình tháng Cab tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 10/2022 – 12/2023

Tham khảo quy hoạch phát triển nông nghiệp tỉnh Đồng Tháp, có thể chia làm hai vùng: vùng trên và vùng dưới. Vùng trên gồm các huyện: huyện Hồng Ngự, Tp Hồng Ngự, huyện Tam Nông, huyện Tân Hồng, và huyện Thanh Bình và khu vực vùng dưới bao gồm: huyện Tháp Mười, huyện Cao Lãnh, huyện Lấp Vò, huyện Lai Vung, huyện Châu Thành. 2 thành phố là Cao Lãnh và Sa Đéc là nơi tập trung đông dân cư và có diện tích canh tác lúa thấp do đó sẽ không tham gia và quá trình tái cấu trúc dữ liệu. Vùng trên là vùng được định hình là sống chung với lũ, với đặc tính canh tác lúa 2 vụ và 1 vụ thực hiện các mô hình sinh kế dựa trên nước lũ.



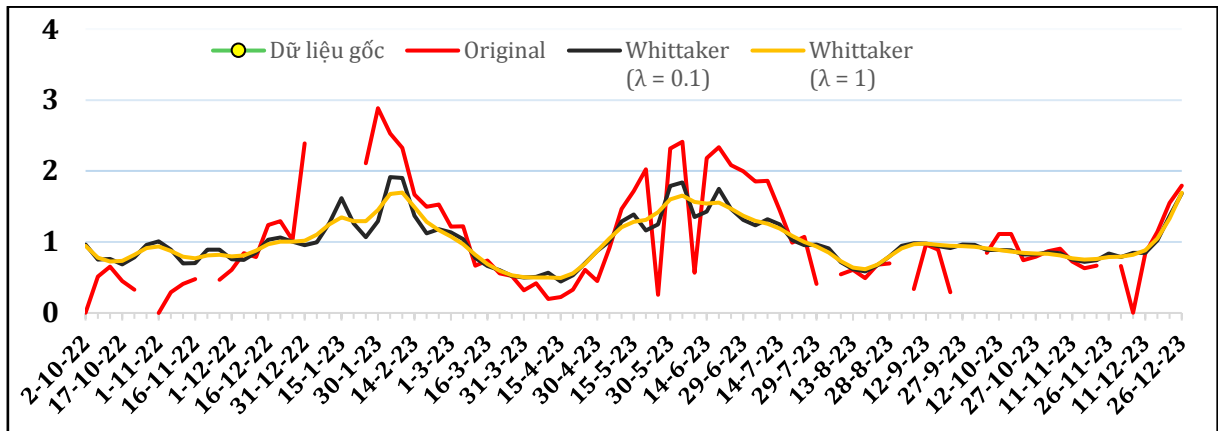
Hình 3-11. Kết quả tái cấu trúc dữ liệu LAI khu vực vùng trên tỉnh Đồng Tháp



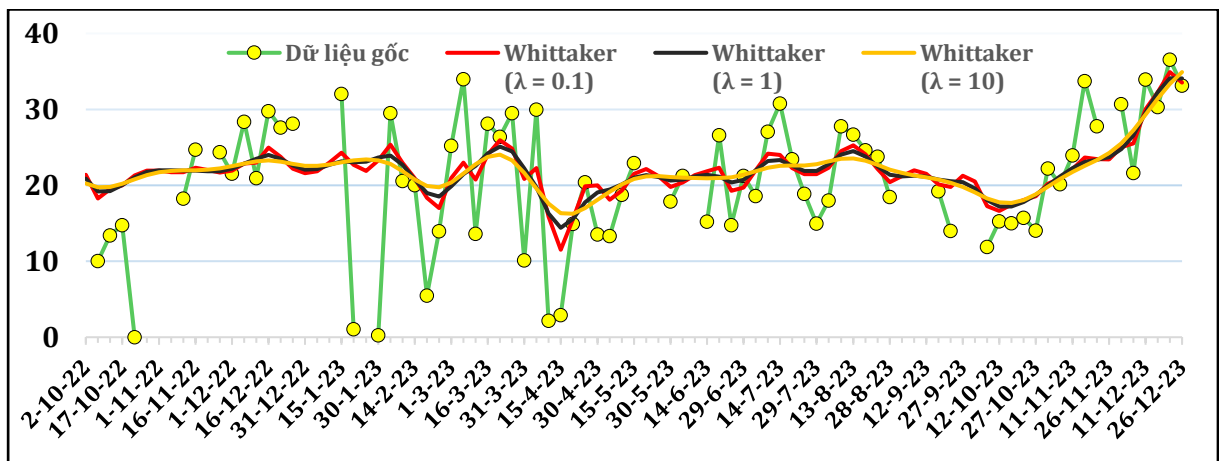
Hình 3-12. Kết quả tái cấu trúc dữ liệu Cab khu vực vùng trên tỉnh Đồng Tháp

Vùng dưới là vùng canh tác 3 vụ lúa. Về mặt lịch thời vụ, các vùng có thể khác nhau do bởi điều kiện canh tác khác nhau. Trên thực tế, trong quá trình điều tra thực địa, có thể nhận thấy khu vực nghiên cứu có tập quan canh tác và lịch thời vụ thậm chí khác nhau giữa các đơn vị cấp xã. Đối với mỗi mùa vụ, các đơn vị cấp xã/huyện cũng đưa ra khuyến cáo về thời gian xuống giống cho người dân là 2 mốc thời gian khác nhau. Kết

hợp tất cả các vấn đề này, có thể thấy việc giám sát lúa trên quy mô toàn vùng sẽ rất khó khăn nếu như không phân vùng cụ thể.



Hình 3-13. Kết quả tái cấu trúc dữ liệu LAI khu vực vùng dưới tỉnh Đồng Tháp



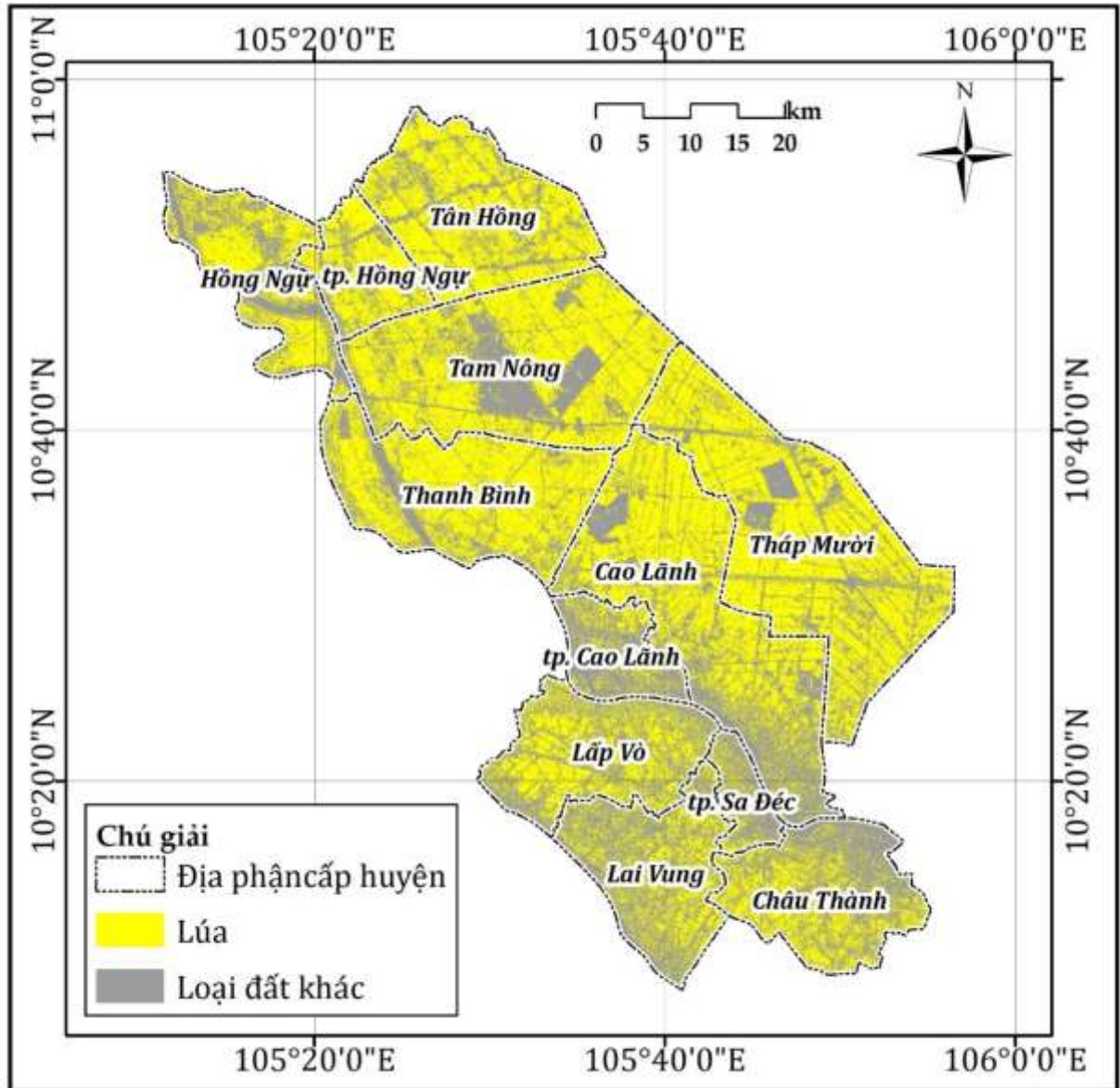
Hình 3-14. Kết quả tái cấu trúc dữ liệu Cab khu vực vùng dưới tỉnh Đồng Tháp

Ngoài việc tái cấu trúc dữ liệu, thuật toán Whittaker cũng cho phép làm mượt chuỗi dữ liệu để khắc phục một số giá trị ước tính cao hoặc thấp bất thường. Nhằm mục đích là tái cấu trúc dữ liệu và giữ lại các giá trị sau tái cấu trúc dữ liệu ít bị thay đổi nhất, nghiên cứu lựa chọn bộ dữ liệu sau tái cấu trúc với hệ số 10 phục vụ mục đích thành lập bản đồ và phân tích không gian.

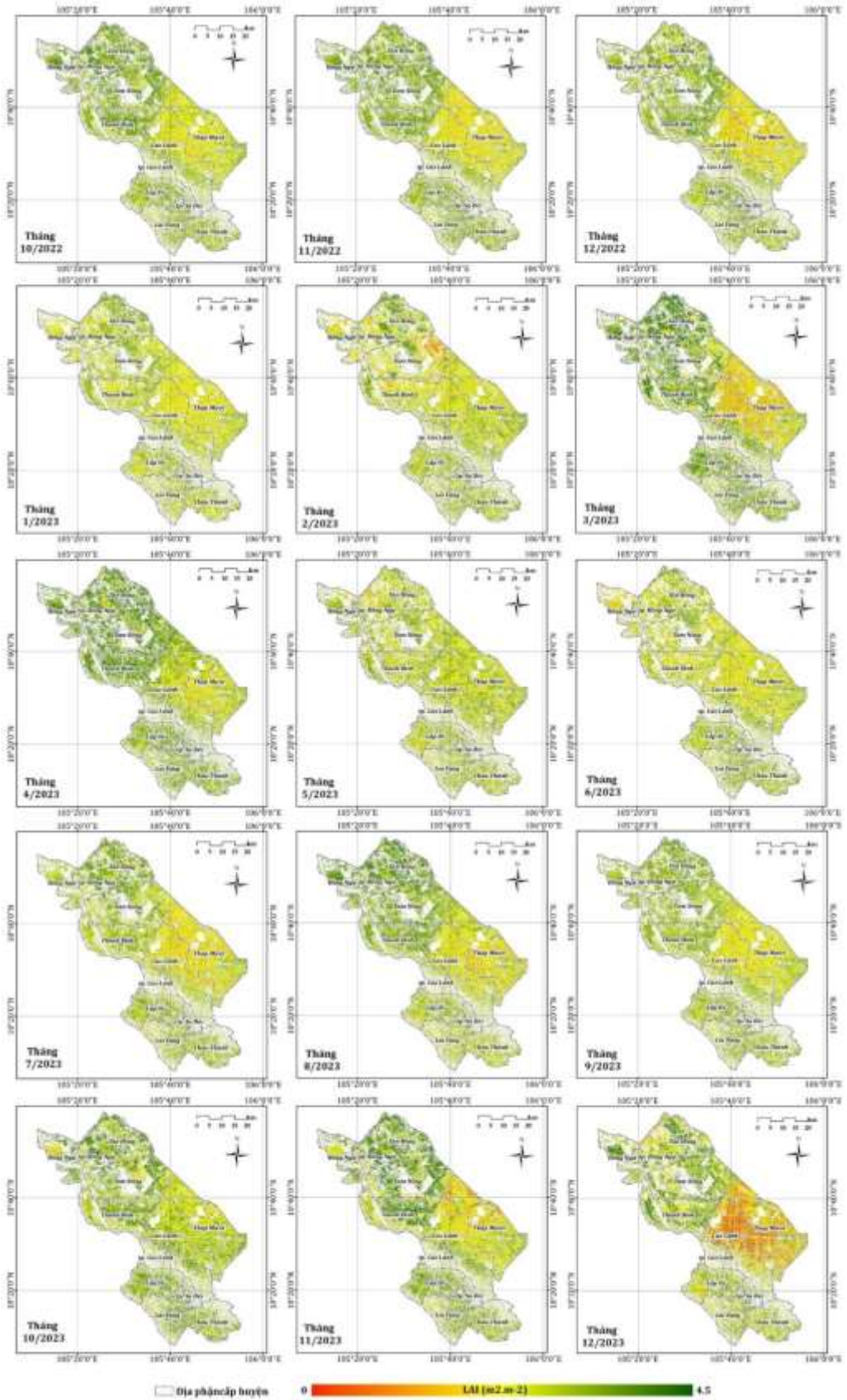
3.3.6 Phân tích đặc tính canh tác vụ mùa tỉnh Đồng Tháp

Các đặc tính hóa lý ước tính trong nghiên cứu này khả dụng cho loại hình lớp phủ là cây lúa, tuy nhiên không khả dụng cho loại hình lớp phủ khác như thủy hệ, dân cư, thậm chí là đối tượng rừng (do đặc tính phân bố của rừng là tán cây không đồng nhất). Vì vậy, cần tiến hành loại bỏ các khu vực được nhận diện không phải là khu vực trồng lúa.

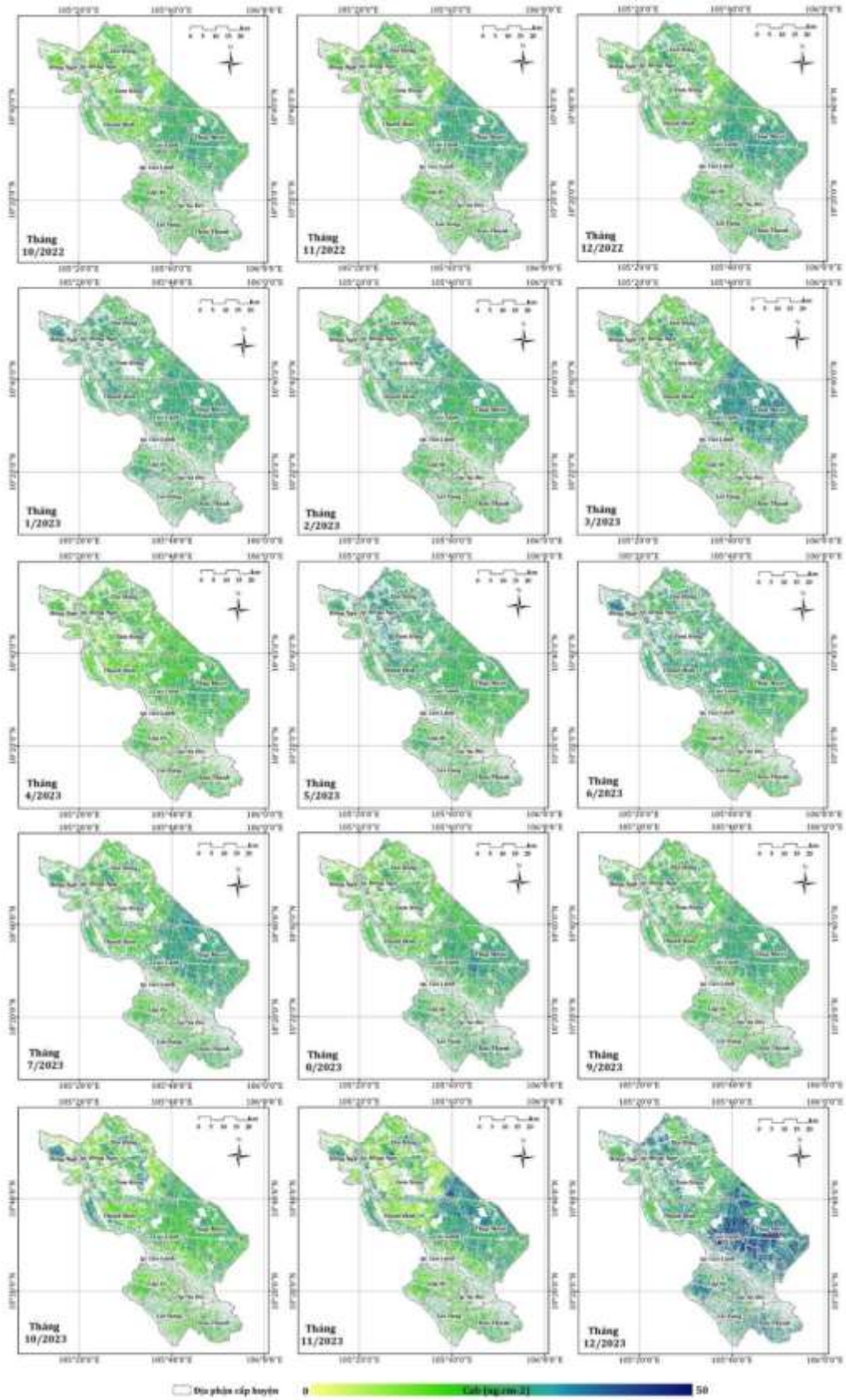
Trong nghiên cứu này, bản đồ hiện trạng lớp phủ và bản đồ hiện trạng trồng lúa tỉnh Đồng Tháp đã được xây dựng nhằm mục đích tạo mặt nạ chồng xếp lên các bản đồ đặc tính hóa sinh của cây lúa. Từ đó, các bản đồ đặc tính hóa sinh dành riêng cho cây lúa tỉnh Đồng Tháp được thành lập



Hình 3-15. Bản đồ hiện trạng vùng trồng lúa tỉnh Đồng Tháp năm 2023

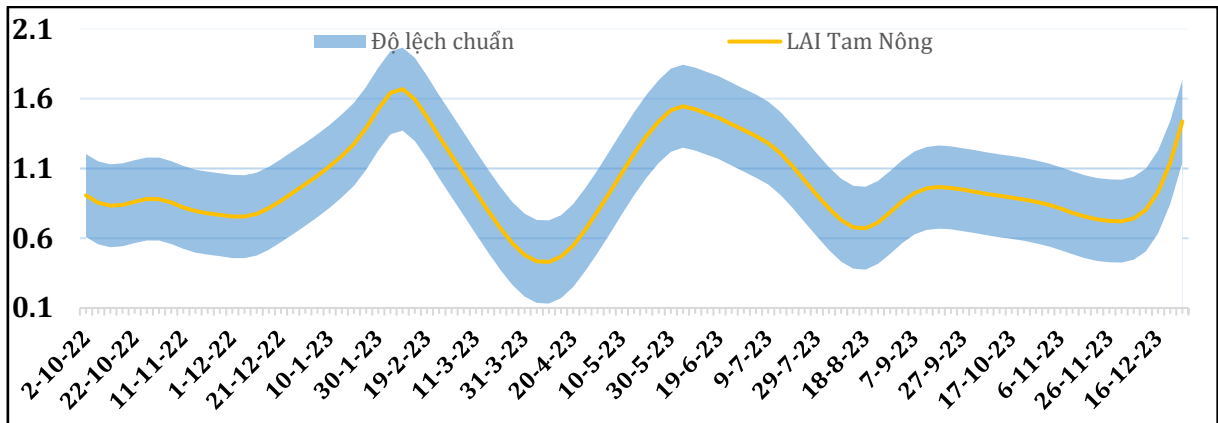


Hình 3-16. Bản đồ trung bình tháng LAI cho cây lúa tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 10/2022 – 12/2023

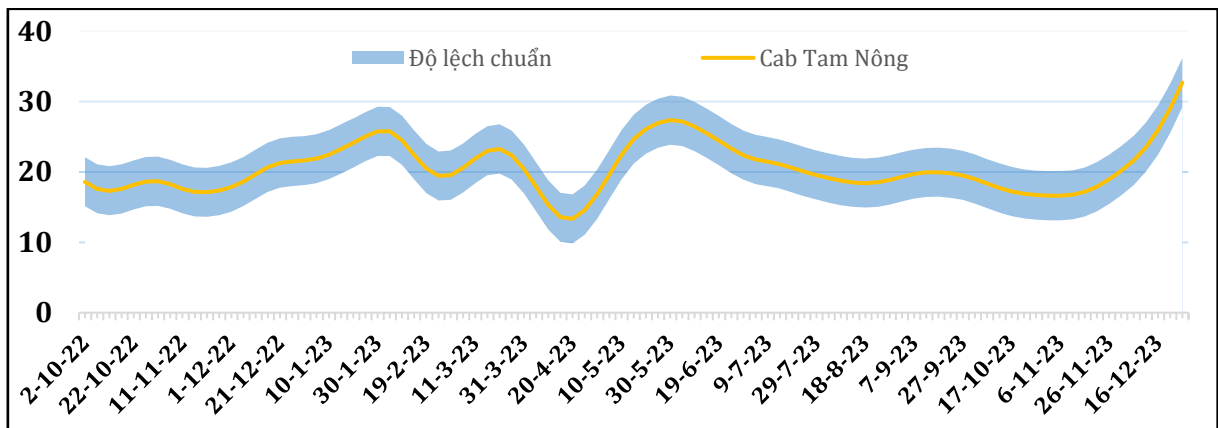


Hình 3-17. Bản đồ trung bình tháng Cab cho cây lúa tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 10/2022 – 12/2023

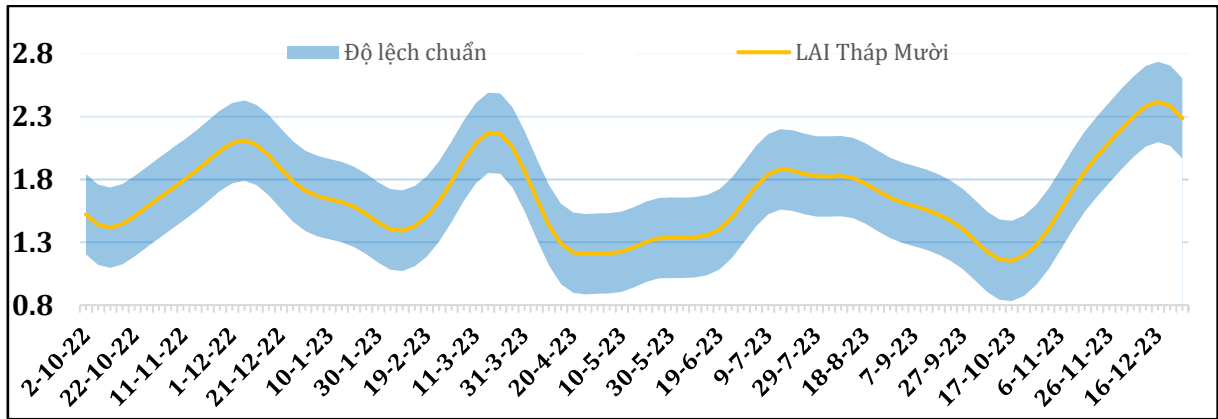
Chi tiết hơn, tại mỗi vùng, nghiên cứu lựa chọn một khu vực nhỏ hơn phục vụ phân tích. Ở vùng trên đại diện là huyện Tam Nông và vùng dưới là huyện Tháp Mười Sở dĩ lựa chọn 2 huyện này làm đại diện cho việc tính toán là do Tam Nông là khu vực canh tác lúa 3 vụ và Tháp Mười là huyện canh tác lúa 2 vụ. Độ lệch chuẩn so với giá trị quan sát cũng đã được tính toán, từ đó đánh giá được mức ý nghĩa của giá trị quan sát so với độ lệch chuẩn của giá trị LAI và Cab của hai huyện là Tháp Mười và Tam Nông.



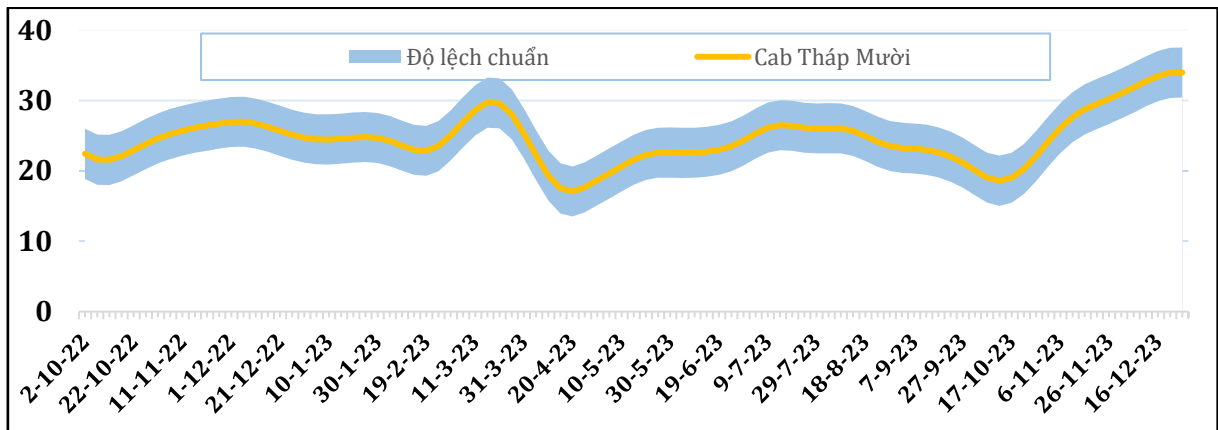
Hình 3-18. Chuỗi dữ liệu LAI khu vực huyện Tam Nông tỉnh Đồng Tháp



Hình 3-19. Chuỗi dữ liệu Cab vực huyện Tam Nông tỉnh Đồng Tháp



Hình 3-20. Chuỗi dữ liệu LAI huyện Tháp Mười tỉnh Đồng Tháp



Hình 3-21. Chuỗi dữ liệu Cab huyện Tháp Mười tỉnh Đồng Tháp

Có thể nhận thấy rõ ràng trên đồ thị, đối với huyện Tam Nông hiện có hai vụ canh tác lúa vụ đông xuân và vụ hè thu. Một cách sơ bộ có thể nhận thấy rằng thời điểm thu hoạch lúa của huyện Tam Nông là vào tháng 2 và đầu tháng 9. Huyện Tháp Mười canh tác 3 vụ trong năm, vụ đông xuân vụ hè thu và vụ thu đông. Thời điểm ghi nhận giá trị LAI thấp nhất trên khu vực huyện Tháp Mười là tháng 3, tháng 7 và tháng 12. Theo khuyến cáo của Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Đồng Tháp, mỗi vụ mùa sẽ tiến hành xuống giống làm 2 đợt. Tuy nhiên theo thực tế người dân địa phương lại canh tác theo tập quán, chính vì vậy làm cho việc xác định các vụ mùa trên ảnh viễn thám rất phức tạp. Các thời điểm thu hoạch của các khu vực sẽ có độ trễ nhất định tùy vào thời điểm xuống giống của nông hộ.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã áp dụng mô hình PROSAIL trên phần mềm SNAP để truy xuất chỉ số sinh hóa của lúa tại khu vực nghiên cứu, cụ thể ở đây là chỉ số diện tích lá và hàm lượng chất diệp lục trong lá. Các đánh giá đã chứng minh cho việc ước tính thành công chỉ số sinh hóa này không chỉ với lúa mà còn với các đối tượng thực vật nói chung. Việc ước tính thành công chỉ số sinh hóa diệp lục tổ mở ra các nghiên cứu tiếp theo trong việc xem xét định lượng các yếu tố sinh hóa khác như hàm lượng nước, hàm lượng khô, độ xám, mức độ dinh dưỡng của lá dựa trên tư liệu viễn thám.

Nghiên cứu đã áp dụng mô hình ước tính cho tổng số hơn 90 cảnh ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2 quan sát trên khu vực nghiên cứu tỉnh Đồng Tháp. Kết hợp với bản đồ hiện trạng lúa đã được thành lập sử dụng sử dụng thuật toán Whittaker phục vụ cho việc tái cấu trúc dữ liệu cho thời với các giá trị Lambda khác nhau. Từ đó chọn ra giá trị Lambda phù hợp nhất, từ đó chuỗi bản đồ đã được thành lập trong giai đoạn từ tháng 10/2022 đến tháng 12/2023. Các kết quả phân tích cho phép nâng cao hiểu biết về sự khác nhau trên quy mô không gian cũng như thời gian, cùng với đó cho phép nhìn nhận sự thay đổi theo từng mùa vụ trong năm. Việc nghiên cứu theo chuỗi thời gian của dữ liệu ảnh vệ tinh sẽ cho phép theo dõi theo thời gian các khu vực trồng lúa trên quy mô lớn để nâng cao kiến thức, sự hiểu biết về các thời điểm gieo trồng cụ thể để phục vụ cho mục đích nâng cao hiệu quả, năng suất cây trồng. Các sự thay đổi theo thời gian có thể hỗ trợ việc ra quyết định đối với các giải pháp quản lý toàn diện đối với cây lúa, là một loại cây lương thực quan trọng đối với sự phát triển kinh tế của đất nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Roscher, C., Schumacher, J., Lipowsky, A., Gubsch, M., Weigelt, A., Pompe, S., Kolle, O., Buchmann, N., Schmid, B., Schulze, E.D.: A functional trait-based approach to understand community assembly and diversity-productivity relationships over 7 years in experimental grasslands. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 15, (2013). <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2013.02.004>

Mouillot, D., Graham, N.A.J., Villéger, S., Mason, N.W.H., Bellwood, D.R.: A functional approach reveals community responses to disturbances, (2013)

Hajjalizadeh, P., Safaie, M., Naderloo, R., Shojaei, M.G., Gammal, J., Villnäs, A., Norkko, A.: Species Composition and Functional Traits of Macrofauna in Different Mangrove Habitats in the Persian Gulf. *Front. Mar. Sci.* 7, (2020). <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.575480>

Violle, C., Reich, P.B., Pacala, S.W., Enquist, B.J., Kattge, J.: The emergence and promise of functional biogeography, (2014)

Sakschewski, B., Von Bloh, W., Boit, A., Poorter, L., Peña-Claros, M., Heinke, J., Joshi, J., Thonicke, K.: Resilience of Amazon forests emerges from plant trait diversity. *Nat. Clim. Chang.* 6, (2016). <https://doi.org/10.1038/nclimate3109>

Mason, N.W.H., Mouillot, D.: Functional Diversity Measures. In: *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition* (2013)

Zheng, Z., Zeng, Y., Schneider, F.D., Zhao, Y., Zhao, D., Schmid, B., Schaepman, M.E., Morsdorf, F.: Mapping functional diversity using individual tree-based morphological and physiological traits in a subtropical forest. *Remote Sens. Environ.* 252, (2021). <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112170>

Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M., Siemann, E.: The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* (80-.). 277, (1997). <https://doi.org/10.1126/science.277.5330.1300>

Forrester, D.I., Bauhus, J.: *A Review of Processes Behind Diversity—Productivity Relationships in Forests*, (2016)

Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., Wardle, D.A.: Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A

consensus of current knowledge. *Ecol. Monogr.* 75, (2005). <https://doi.org/10.1890/04-0922>

Balvanera, P., Pfisterer, A.B., Buchmann, N., He, J.S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D., Schmid, B.: Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecol. Lett.* 9, (2006). <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x>

Chamagne, J., Tanadini, M., Frank, D., Matula, R., Paine, C.E.T., Philipson, C.D., Svátek, M., Turnbull, L.A., Volařík, D., Hector, A.: Forest diversity promotes individual tree growth in central European forest stands. *J. Appl. Ecol.* 54, (2017). <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12783>

Ruiz-Benito, P., Ratcliffe, S., Jump, A.S., Gómez-Aparicio, L., Madrigal-González, J., Wirth, C., Kändler, G., Lehtonen, A., Dahlgren, J., Kattge, J., Zavala, M.A.: Functional diversity underlies demographic responses to environmental variation in European forests. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 26, (2017). <https://doi.org/10.1111/geb.12515>

Villéger, S., Mason, N.W.H., Mouillot, D.: New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology.* 89, (2008). <https://doi.org/10.1890/07-1206.1>

Mason, N.W.H., Mouillot, D., Lee, W.G., Wilson, J.B.: Functional richness, functional evenness and functional divergence: The primary components of functional diversity. *Oikos.* 111, (2005). <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13886.x>

Cornwell, W.K., Schwilk, D.W., Ackerly, D.D.: A trait-based test for habitat filtering: Convex hull volume. *Ecology.* 87, (2006). [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1465:ATTFHF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1465:ATTFHF]2.0.CO;2)

Rocchini, D., Marcantonio, M., Ricotta, C.: Measuring Rao's Q diversity index from remote sensing: An open source solution. *Ecol. Indic.* 72, (2017). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.039>

Hauser, L.T., Féret, J.-B., An Binh, N., van der Windt, N., Sil, Â.F., Timmermans, J., Soudzilovskaia, N.A., van Bodegom, P.M.: Towards scalable estimation of plant functional diversity from Sentinel-2: In-situ validation in a heterogeneous (semi-)natural landscape. *Remote Sens. Environ.* 262, 112505 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112505>

Rossi, C., Kneubühler, M., Schütz, M., Schaepman, M.E., Haller, R.M., Risch, A.C.: From local to regional: Functional diversity in differently managed alpine grasslands. *Remote Sens. Environ.* 236, (2020). <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111415>

Hauser, L.T., Timmermans, J., Soudzilovskaia, N.A., van Bodegom, P.M.: Linking Land Use and Plant Functional Diversity Patterns in Sabah, Borneo, through Large-Scale Spatially Continuous Sentinel-2 Inference, (2022)

Wang, D., Qiu, P., Wan, B., Cao, Z., Zhang, Q.: Mapping α - and β -diversity of mangrove forests with multispectral and hyperspectral images. *Remote Sens. Environ.* 275, (2022). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113021>

Hồng, V.V., Hùng, T.V., Bãy, P.N.: Chương trình điều tra, đánh giá rừng toàn quốc lần thứ nhất năm 1981-1983. (2006)

FIPI: Chương trình điều tra, đánh giá và theo dõi diễn biến tài nguyên rừng chu kỳ IV. (2008)

Phuoc Hoang Son, T., Auda, Y., Jacques, P., M, A., Al, A., F, B.: Assessment from space of mangroves evolution in the Mekong Delta, in relation to extensive shrimp farming. *Int. J. Remote Sens.* (Taylor Fr. 2004-11 , Vol. 25 , N. 21 , P. 4795-4812. 25, (2004). <https://doi.org/10.1080/01431160412331270858>

Viet Hoa, P.: Sử dụng ảnh SPOT đánh giá và dự báo xu thế biến động rừng ngập mặn khu vực Cần Giờ năm 2010, (2012)

Pham, M.H., Do, T.H., Pham, V.M., Bui, Q.T.: Mangrove forest classification and aboveground biomass estimation using an atom search algorithm and adaptive neuro-fuzzy inference system. *PLoS One.* 15, (2020). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233110>

Hauser, L.T., Nguyen Vu, G., Nguyen, B.A., Dade, E., Nguyen, H.M., Nguyen, T.T.Q., Le, T.Q., Vu, L.H., Tong, A.T.H., Pham, H.V.: Uncovering the spatio-temporal dynamics of land cover change and fragmentation of mangroves in the Ca Mau peninsula, Vietnam using multi-temporal SPOT satellite imagery (2004–2013). *Appl. Geogr.* 86, 197–207 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.019>

Hauser, L.T., Nguyen Vu, G., Nguyen, B.A., Dade, E., Nguyen, H.M., Nguyen, T.T.Q., Le, T.Q., Vu, L.H., Tong, A.T.H., Pham, H.V.: Uncovering the spatio-temporal dynamics of land cover change and fragmentation of mangroves in the Ca Mau peninsula,

Vietnam using multi-temporal SPOT satellite imagery (2004–2013). *Appl. Geogr.* 86, (2017). <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.019>

Hauser, L.T., Binh, N.A., Hoa, P.V., Quan, N.H., Timmermans, J.: Gap-free monitoring of annual mangrove forest dynamics in ca mau province, vietnamese mekong delta, using the landsat-7-8 archives and post-classification temporal optimization. *Remote Sens.* 12, (2020). <https://doi.org/10.3390/rs12223729>