

Bài báo khoa học

## Ứng dụng mô hình DSSAT dự báo năng suất lúa ở đồng bằng sông Hồng

Trần Thị Tâm<sup>1\*</sup>, Nguyễn Đăng Mậu<sup>1</sup>, Trịnh Hoàng Dương<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Ngọc Anh<sup>2</sup>, Phạm Đình Thấn<sup>2</sup>, Lê Duy Linh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; trantam1810@gmail.com; mau.imhen@gmail.com; hoangduongktnn@gmail.com

<sup>2</sup> Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội; anhnguyenngoc.inest@gmail.com; thandinhpham1906@gmail.com; lebadao25082003@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: trantam1810@gmail.com; Tel.: +84-979920926

Ban Biên tập nhận bài: 8/9/2023; Ngày phản biện xong: 24/10/2023; Ngày đăng bài: 25/1/2024

**Tóm tắt:** Các mô hình cây trồng có vai trò lớn trong việc hỗ trợ quản lý nhằm tăng năng suất và xác định sự cân bằng giữa năng suất, hiệu quả sử dụng tài nguyên và tác động của môi trường. Bài báo ứng dụng mô hình DSSAT - CERES - RICE (*Decision Support System for Agrotechnology Transfer - Crop Environment Resource Synthesis (CERES) - Rice*) là hệ thống hỗ trợ quyết định chuyên giao công nghệ nông nghiệp với mô đun tổng hợp tài nguyên môi trường của cây lúa nhằm dự báo năng suất lúa ở các tỉnh thuộc vùng đồng bằng sông Hồng trong giai đoạn 2017-2021. Kết quả mô phỏng cho thấy: Trong vụ đông xuân, chênh lệch giữa năng suất mô phỏng và năng suất thực tế dao động trong khoảng 4,92-6,09 tạ/ha; Trong vụ mùa mức chênh lệch này dao động từ 4,32-4,81 tạ/ha. Sai số tuyệt đối trung bình (MAE) trong vụ đông xuân là 0,05 tạ/ha, trong vụ mùa là 0,07 tạ/ha. Sai số quân phương (RMSE) trong vụ đông xuân là 0,37 tạ/ha và trong vụ mùa là 0,47 tạ/ha. Kết quả nghiên cứu của bài báo là cơ sở khoa học trong ứng dụng mô hình cho các hoạt động nghiên cứu, trao đổi và cung cấp thông tin giữa các đơn vị nghiên cứu và các đơn vị ứng dụng. Đồng thời, các kết quả trong bài báo này cũng là cơ sở để hoạch định các kế hoạch sản xuất nông nghiệp phù hợp ở vùng đồng bằng sông Hồng và các vùng có khả năng áp dụng.

**Từ khóa:** DSSAT - CERES - RICE; Dự báo năng suất lúa.

### 1. Mở đầu

Lúa là loại cây lương thực chính và quan trọng nhất ở Việt Nam, với 2 vùng canh tác lớn là đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long. Lúa gạo đóng vai trò thiết yếu trong đời sống của người dân và tạo nguồn thu lớn từ xuất khẩu. Trong bối cảnh hội nhập quốc tế, với tiềm lực một nước xuất khẩu gạo đứng hàng thứ 2 - 3 trên thế giới thì những thông tin dự báo về năng suất cây trồng đặc biệt là thông tin dự báo năng suất và sản lượng lúa càng trở nên cấp thiết [1, 2].

Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) là vùng đất do phù sa sông Hồng và sông Thái Bình bồi đắp và là cái nôi của nền văn minh lúa nước ở Việt Nam. Đồng bằng sông Hồng gồm 10 tỉnh, bao gồm: Hà Nội, Hải Phòng, Vĩnh Phúc, Bắc Ninh, Hải Dương, Hưng Yên, Thái Bình, Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình. Theo thống kê năm 2021 [3], tổng diện tích trồng lúa vùng ĐBSH là 931,8 nghìn ha với năng suất bình quân đạt 62 tạ/ha. Diện tích trồng lúa đang có xu hướng giảm dần do quá trình đô thị hóa và chuyển đổi mục đích sử dụng đất, tuy nhiên năng suất có xu thế tăng lên do sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật trong canh tác và lai tạo được các giống lúa có năng suất cao.

Những năm gần đây, biến đổi khí hậu (BĐKH) thể hiện rõ rệt và có tác động lớn đến hoạt động sản xuất nông nghiệp [4, 5]. Nhiệt độ ngày càng tăng gây tình trạng hạn hán nghiêm trọng. Mưa lớn bất thường gây tình trạng lũ lụt, mất mùa và nhiều hiện tượng thời tiết cực đoan khác có tác động nghiêm trọng đến hoạt động sản xuất và năng suất, sản lượng cây lúa.

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật, việc ứng dụng các mô hình trong dự báo nông nghiệp ngày càng trở nên phổ biến, đặc biệt là các mô hình mô phỏng mùa vụ cây trồng. Mô hình hóa dự đoán mùa vụ nhằm ước tính năng suất có thể thu hoạch được của cây trồng dựa trên những phương trình toán học với dữ liệu đầu vào là những yếu tố tác động đến cây trồng. Từ đó, có thể thay đổi các thông số đầu vào để tìm ra được thời điểm, cách thức chăm sóc, loại đất, vị trí trồng tối ưu, phù hợp với giống cây và cho năng suất cao nhất. Hiện nay, trên thế giới có rất nhiều phương pháp mô hình hóa mùa vụ, được phân loại theo nhiều khía cạnh. Đơn giản nhất là các phương pháp trong loại mô hình thực tiễn sử dụng xác suất thông kê trên các dữ liệu quan sát được những vùng nhất định để thiết lập các phương trình hồi quy. Tiêu biểu như mô hình đơn giản ước lượng năng suất đậu nành tại Brasil [6], hạn chế của các mô hình dạng này thường chỉ áp dụng trên một khu vực nhất định và cho những giống cây trồng nhất định. Ở khía cạnh thuộc tính cấp thấp, có những dạng mô hình cơ giới mô phỏng lại các quá trình vật lý, hóa học hoặc sinh học để mô tả lại các quá trình động, quá trình tương tác tới sự phát triển của cây trồng như nghiên cứu về cân bằng nước, carbon, ni-tơ tới sự phát triển của cây trồng và năng suất [7, 8]; Tuy nhiên, các mô hình này khá phức tạp trong việc xây dựng thông số đầu vào. Các mô hình mô phỏng mùa vụ còn được phân loại theo dạng chu trình mô hình tĩnh (*static simulation*) và động (*dynamic simulation*); Khác với các mô hình tĩnh chỉ thể hiện các kết quả cuối cùng, phương trình không có các biến thời gian, các mô hình động tạo ra các kết quả theo các chuỗi thời gian và không gian [9].

Một trong số những nền tảng mô hình ứng dụng trong nông nghiệp được sử dụng rộng rãi hiện nay là hệ thống mô hình DSSAT [10, 11]. DSSAT là một tập hợp các chương trình độc lập hoạt động cùng nhau, dữ liệu đầu vào bao gồm các thông tin về khí tượng, đất đai, cây trồng, quản lý cây trồng [12–18]. Nó giúp người dùng mô phỏng các tùy chọn quản lý cây trồng và so sánh các kết quả mô phỏng với các quan sát thực tế để đưa ra các quyết định trong sản xuất. Trong khuôn khổ bài báo này sử dụng mô đun CERES-RICE phiên bản 4.8 dựa trên phương pháp mô hình hóa động được giới thiệu trong [9] để mô phỏng sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây lúa ở vùng đồng bằng sông Hồng.

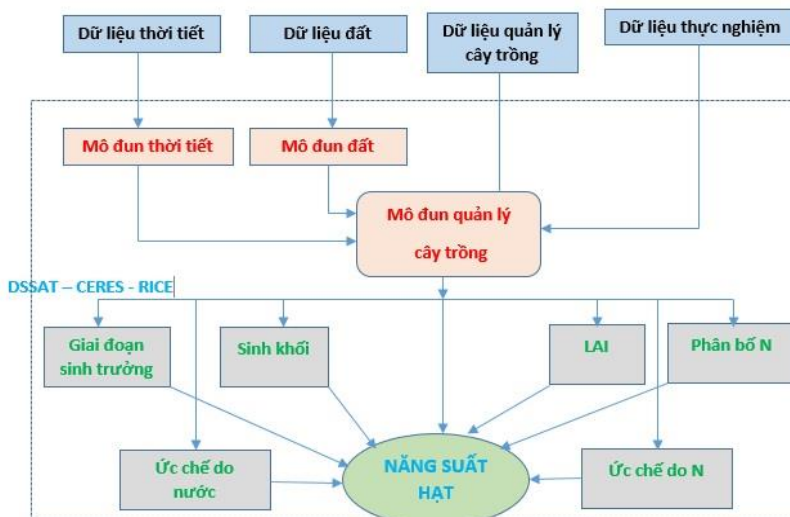
## 2. Cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Phương pháp nghiên cứu

Với mục tiêu đặt ra, bài báo sử dụng mô hình DSSAT - CERES - Rice phiên bản 4.8 để mô phỏng các giai đoạn sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất cây lúa. Quy trình được mô tả theo Hình 1.

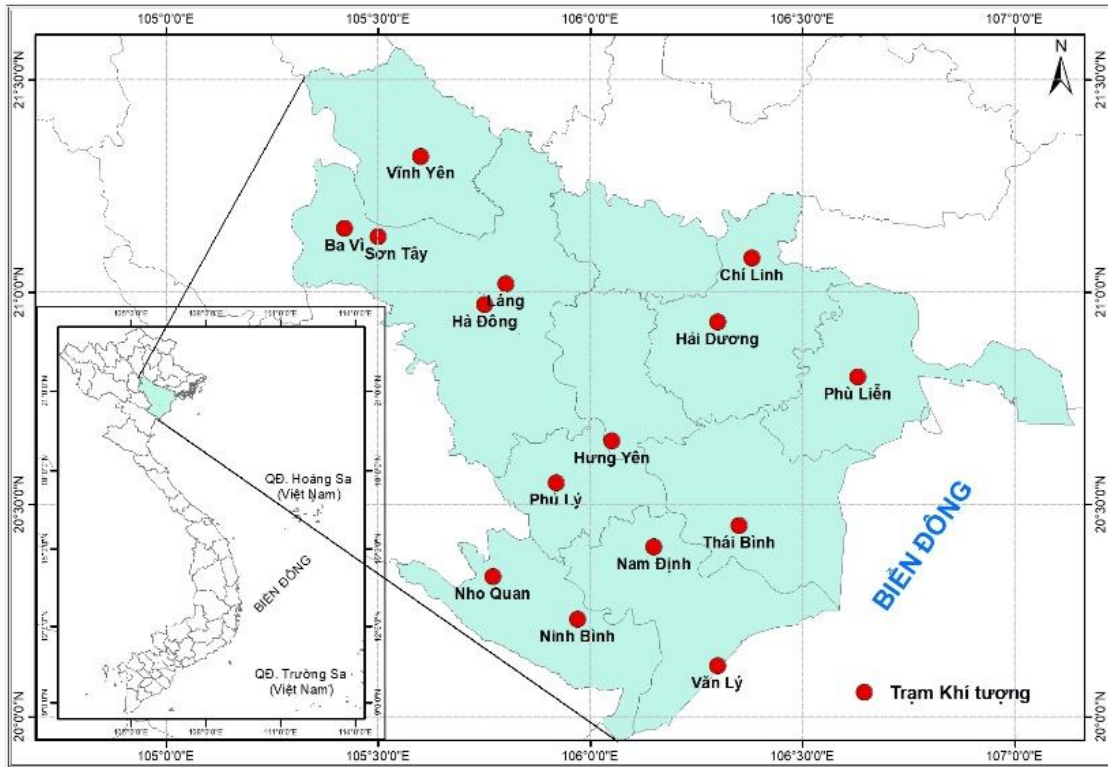
### 2.2. Số liệu nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là vùng đồng bằng sông Hồng thuộc miền Bắc Việt Nam, nằm



Hình 1. Cấu trúc mô hình DSSAT- CERES- Rice.

trong giới hạn tọa độ: từ 19°5'00"N đến 21°34'00"N (vĩ độ bắc) và từ 105°17'00"E đến 107°7'00"E (kinh độ đông) (Hình 2).



**Hình 2.** Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu.

Các nguồn tài liệu được sử dụng cho nghiên cứu bao gồm:

- Dữ liệu khí tượng: Số liệu quan trắc khí tượng tại 15 trạm vùng đồng bằng sông Hồng, gồm các yếu tố khí tượng ngày giai đoạn 2013-2014 và 2017-2021: nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp, lượng mưa, độ ẩm không khí và bức xạ quang hợp.

**Bảng 1.** Các yếu tố khí tượng được sử dụng.

TT	Mô tả	Ký hiệu
1	Nhiệt độ tối cao	TMAX
2	Nhiệt độ tối thấp	TMIN
3	Lượng mưa	RAIN
4	Độ ẩm không khí	RHUM
5	Bức xạ quang hợp	SRAD

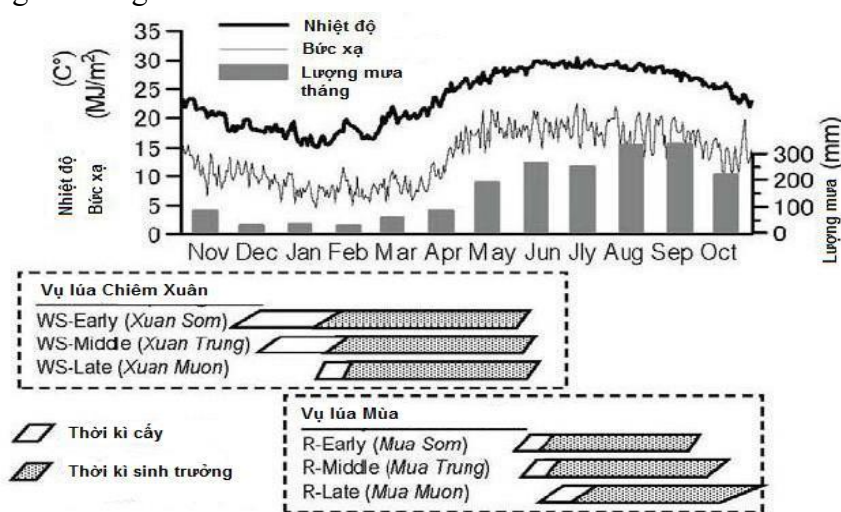
- Dữ liệu đất: Đất trồng lúa ở đồng bằng sông Hồng chủ yếu là đất phù sa trong đê (đất phù sa không bồi). Do vậy, đề tài sử dụng các đặc tính lý hóa của đất phù sa trung tính ít chua ở ĐBSH [19] để mô phỏng (Bảng 2).

**Bảng 2.** Các thành phần lý - hóa của phẫu diện đất phù sa.

Độ sâu (cm)	Sét (%)	Phù sa (%)	Cát (%)	PH	Hàm lượng N tổng số (%)	Canxi trao đổi (cmol/kg)
0 - 12	31,7	59,3	9	5,0	0,16	5
12 - 30	34,8	57	8,2	6,4	0,12	5
30 - 45	47,6	46,2	6,2	6,1	0,10	5
45 - 85	46,3	45,8	7,9	6,2	0,04	5
85 - 120	35,4	48,8	15,8	5,1	0,07	5

- Dữ liệu cây trồng: Hiện nay có 3 nhóm giống được trồng ở vùng đồng bằng sông Hồng là nhóm giống ngắn ngày, trung ngày và dài ngày. Tuy nhiên, trong khuôn khổ bài báo đã thu thập được các dữ liệu thực nghiệm của giống lúa trung ngày (Nhị ưu 838 và Bắc thơm) trong vụ Đông xuân và vụ Mùa năm 2013-2014 làm cơ sở kiểm nghiệm mô hình. Nguồn dữ liệu thực nghiệm lấy từ dự án hợp tác nghiên cứu về lúa vùng đồng bằng sông Hồng giữa Viện Nghiên cứu lúa Quốc tế (IRRI) và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện năm 2013-2014.

- Dữ liệu quản lý sản xuất: Hiện nay vùng đồng bằng sông Hồng định hình rõ 2 vụ lúa chính là vụ lúa đông xuân và vụ lúa mùa (Hình 3). Trong bài báo này sử dụng giống lúa gieo chính vụ, với vụ đông xuân bắt đầu từ đầu tháng 2 đến giữa tháng 2 và kết thúc vào cuối tháng 5 đầu tháng 6, vụ mùa chính vụ bắt đầu từ đầu tháng 6 đến giữa tháng 6 và kết thúc vào đầu tháng 10 đến giữa tháng 10.



Hình 3. Cơ cấu mùa vụ lúa ở ĐBSH [20].

- Dữ liệu thống kê: Dữ liệu về năng suất lúa trung bình tính của 10 tỉnh vùng đồng bằng sông Hồng được tổng hợp từ niên giám thống kê từng năm trong giai đoạn 2017-2021 [3, 21-24].

- Dữ liệu thực nghiệm: Sử dụng số liệu thực nghiệm năm 2013-2014 về các giai đoạn sinh trưởng, LAI và năng suất lúa (lấy từ dự án hợp tác nghiên cứu về lúa vùng đồng bằng sông Hồng giữa Viện Nghiên cứu lúa Quốc tế (IRRI) và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện năm 2013-2014).

### 3. Kết quả

#### 3.1. Hiệu chỉnh tham số và đánh giá mô hình

##### 3.1.1. Hiệu chỉnh các tham số mô hình

Để mô hình mô phỏng sự sinh trưởng, phát triển và năng suất sát với thực tế của các giống lúa ở đồng bằng sông Hồng, cần tiến hành hiệu chỉnh các tham số của mô hình đối với từng giống lúa. Độ chính xác trong mô phỏng năng suất, sinh khối, các giai đoạn sinh trưởng đòi hỏi các hệ số thích hợp [25, 26]. Mô phỏng tiến hành với 2 giống lúa: Nhị ưu 838 (vụ đông xuân) và Bắc thơm (vụ mùa), các tham số được hiệu chỉnh bao gồm:

P1: Nhiệt tích lũy trong khoảng thời gian (được biểu thị bằng số ngày sinh trưởng - GDD) kể từ khi hạt nảy mầm trong thời gian đó cây lúa không phản ứng với sự thay đổi trong chu kỳ quang của cây. Thời kỳ này cũng gọi là giai đoạn sinh dưỡng cơ bản của cây.

P2O: Chu kỳ quang tối hạn mà tại đó sự phát triển xảy ra với tốc độ tối đa

P2R: Hệ số chu kỳ quang

P5: Nhiệt tích lũy trong khoảng thời gian tính theo GDD (°C) từ khi bắt đầu tạo hạt (3-4 ngày sau khi ra hoa) đến khi chín sinh lý.

G1: Hệ số số nhánh

G2: Trọng lượng hạt đơn

G3: Hệ số đẻ nhánh

THOT: Nhiệt độ (°C) trên đó tính bắt dục của bông con bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ cao.

**Bảng 3.** Giá trị hiệu chỉnh tham số cho 2 giống lúa Nhị Ưu 838 (vụ Đông xuân) và Bắc thơm (vụ Mùa).

Giống lúa	P1	P2O	P2R	P5	G1	G2	G3	THOT
Nhị ưu 838	437,1	11,6	61	371,8	77,8	0,026	1	30,4
Bắc thơm	500	12,5	50	490	62	0,0265	1	28

### 3.1.2. Đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình

Để kiểm nghiệm khả năng mô phỏng của mô hình bài báo sử dụng dữ liệu thực nghiệm về các giống lúa Nhị Ưu 838 (vụ đông xuân) và Bắc Thơm (vụ mùa). Kết quả mô phỏng cho thấy: đối với giống Nhị Ưu 838 (vụ đông xuân) chênh lệch về độ dài thời kỳ sinh trưởng dao động trong khoảng 0,94-3,13%, chênh lệch thời gian giữa hai kỳ phát dục dao động trong khoảng 0-4,35%; Đối với giống Bắc thơm (vụ mùa) chênh lệch về độ dài thời kỳ sinh trưởng dao động trong khoảng 0-3,33%, chênh lệch thời gian giữa hai kỳ phát dục dao động trong khoảng 0-12,5% (Bảng 4).

**Bảng 4.** Chênh lệch về thời kỳ phát dục giữa mô phỏng và quan trắc.

Các thời kỳ phát dục	Quan trắc			Mô phỏng			Chênh lệch (%)	
	Ngày phát dục	Độ dài thời kỳ sinh trưởng (ngày)	Thời gian giữa hai kỳ phát dục (ngày)	Ngày phát dục	Độ dài thời kỳ sinh trưởng (ngày)	Thời gian giữa hai kỳ phát dục (ngày)	Độ dài thời kỳ sinh trưởng (%)	Thời gian giữa hai kỳ phát dục (%)
Nhị ưu 838 (vụ Đông xuân)								
Cây	14/02			14/02				
Đẻ nhánh	18/03	33	33	17/03	32	32	-3,13	-3,13
Làm đòng	01/05	77	44	02/05	78	46	1,28	4,35
Trở bông	08/05	84	7	09/05	85	7	1,18	0,00
Chín sinh lý	29/05	105	21	31/05	106	21	0,94	0,00
Bắc thơm (vụ Mùa)								
Cây	28/06			28/06				
Đẻ nhánh	27/07	29	28	28/07	30	30	3,33	6,67
Làm đòng	28/08	62	33	29/08	62	32	0,00	-3,13
Trở bông	05/09	69	7	06/09	70	8	1,43	12,50
Chín sinh lý	27/09	91	22	28/09	92	22	1,09	0,00

Về đặc trưng vật hậu, kết quả cho thấy sai số quân phương (RMSE) đối với giống lúa Nhị Ưu 838 (vụ đông xuân) và Bắc thơm (vụ mùa) về ngày trở bông đều là 1 ngày; Sai số quân phương đối với LAI lần lượt là 3,77% và 0,27%; Sai số quân phương đối với năng suất hạt lần lượt là 2,08 và 2,17 tạ/ha (Bảng 5).

**Bảng 5.** Kiểm nghiệm mô hình đối với đặc trưng cây lúa.

Giống lúa	Quan trắc			Mô phỏng			Chênh lệch		
	Ngày trở bông (ngày)	LAI	Năng suất hạt (tạ/ha)	Ngày trở bông	LAI	Năng suất hạt	Ngày trở bông (ngày)	LAI	Năng suất hạt (tạ/ha)
Nhị ưu 838 (vụ Xuân)	08/05	4,6	62,3	09/05	4,78	64,38			
							1	3,77	2,08
Bắc thơm (vụ Mùa)	05/09	3,65	45,8	06/09	3,66	43,63			
							1	0,27	2,17

3.2. Mô phỏng năng suất hạt giai đoạn 2017-2021 bằng mô hình DSSAT - CERES - RICE

Kết quả mô phỏng năng suất hạt theo 2 vụ đông xuân và mùa ở các tỉnh đồng bằng sông Hồng cho thấy: Trong vụ đông xuân, chênh lệch giữa năng suất mô phỏng và năng suất thực tế dao động trong khoảng 4,92-6,09 tạ/ha; Trong vụ mùa mức chênh lệch này dao động từ 4,32-4,81 tạ/ha. Sai số tuyệt đối trung bình (MAE) trong vụ đông xuân là 0,05 tạ/ha, trong vụ mùa là 0,07 tạ/ha. Sai số quân phương (RMSE) trong vụ đông xuân là 0,37 tạ/ha và trong vụ mùa là 0,47 tạ/ha.

**Bảng 6.** Chênh lệch giữa năng suất mô phỏng và năng suất thực tế ở các tỉnh vùng đồng bằng sông Hồng.

Tỉnh	Năm	Vụ	Thống kê (tạ/ha)	Mô phỏng (tạ/ha)	Chênh lệch
Ninh Bình	2017	Đông xuân	66,1	68,17	2,07
		Mùa	45,1	42,77	-2,33
	2018	Đông xuân	66,7	65,58	-1,12
		Mùa	53,3	49,89	-3,41
	2019	Đông xuân	66,8	62,74	-4,06
		Mùa	53,7	55,88	2,18
	2020	Đông xuân	66,5	71,01	4,51
		Mùa	54,1	50,36	-3,74
	2021	Đông xuân	66,8	64,38	-2,42
		Mùa	54,5	51,5	-3,00
Nam Định	2017	Đông xuân	69,4	73,6	4,20
		Mùa	47	43,63	-3,37
	2018	Đông xuân	69,6	70,47	0,87
		Mùa	50,2	52,24	2,04
	2019	Đông xuân	69,4	65,69	-3,71
		Mùa	51,5	52,08	0,58
	2020	Đông xuân	69,4	73,17	3,77
		Mùa	52,1	48,86	-3,24
	2021	Đông xuân	69,5	66,38	-3,12
		Mùa	52	51,5	-0,50
Hà Nam	2017	Đông xuân	66,8	69,81	3,01
		Mùa	47	50,06	3,06
	2018	Đông xuân	67,1	70,47	3,37
		Mùa	55,3	52,24	-3,06
	2019	Đông xuân	66,5	65,62	-0,88
		Mùa	57,4	55,94	-1,46
	2020	Đông xuân	66,6	72,69	6,09
		Mùa	57,8	61,03	3,23
	2021	Đông xuân	66,9	63,88	-3,02
		Mùa	57,8	61,11	3,31
Thái Bình	2017	Đông xuân	71,7	73,85	2,15
		Mùa	47,2	50,1	2,90
	2018	Đông xuân	71,8	70,13	-1,67
		Mùa	59,2	58,71	-0,49
	2019	Đông xuân	71,3	70,3	-1,00
		Mùa	60,5	65,27	4,77
	2020	Đông xuân	70,7	70,4	-0,30
		Mùa	61,2	59,54	-1,66
	2021	Đông xuân	71	73,51	2,51
		Mùa	59,2	54,88	-4,32
Hưng Yên	2017	Đông xuân	65,9	62,13	-3,77
		Mùa	53	55,83	2,83
	2018	Đông xuân	67,5	64,45	-3,05

Tỉnh	Năm	Vụ	Thống kê (tạ/ha)	Mô phỏng (tạ/ha)	Chênh lệch
Hải Dương	2019	Mùa	57,6	54,55	-3,05
		Đông xuân	67,5	62,8	-4,70
	2020	Mùa	60,5	60,22	-0,28
		Đông xuân	67,5	62,58	-4,92
	2021	Mùa	58,1	60,32	2,22
		Đông xuân	67,8	63,89	-3,91
	2017	Mùa	58,6	54,71	-3,89
		Đông xuân	65,1	61,78	-3,32
	2018	Mùa	46,2	43,78	-2,42
		Đông xuân	66,9	69,77	2,87
	2019	Mùa	53,7	53,52	-0,18
		Đông xuân	62,7	67,1	4,40
	2020	Mùa	56,1	59,3	3,20
		Đông xuân	63,1	59,46	-3,64
	2021	Mùa	58,1	56,99	-1,11
		Đông xuân	65,6	61,47	-4,13
	2017	Mùa	60	60,02	0,02
		Đông xuân	61,1	58,73	-2,37
2018	Mùa	48,6	51,36	2,76	
	Đông xuân	63,1	59,6	-3,50	
2019	Mùa	52,8	54,57	1,77	
	Đông xuân	62,2	61,41	-0,79	
2020	Mùa	52,4	54,91	2,51	
	Đông xuân	61,1	60,15	-0,95	
2021	Mùa	54,3	52,47	-1,83	
	Đông xuân	62,8	65,29	2,49	
2017	Mùa	56,2	52,91	-3,29	
	Đông xuân	69,5	71,82	2,32	
2018	Mùa	51,9	51,92	0,02	
	Đông xuân	70	67,73	-2,27	
2019	Mùa	57,2	55,81	-1,39	
	Đông xuân	69,7	70,81	1,11	
2020	Mùa	57,6	60,91	3,31	
	Đông xuân	69,7	65,45	-4,25	
2021	Mùa	58,8	54,75	-4,05	
	Đông xuân	70,2	68,72	-1,48	
2017	Mùa	58,4	55,5	-2,90	
	Đông xuân	61,3	60,95	-0,35	
2018	Mùa	49,1	53,91	4,81	
	Đông xuân	62,8	61,13	-1,67	
2019	Mùa	51	55,42	4,42	
	Đông xuân	58,8	58,38	-0,42	
2020	Mùa	53,9	57,31	3,41	
	Đông xuân	59,7	58,43	-1,27	
2021	Mùa	57,8	56,49	-1,31	
	Đông xuân	62,6	60,14	-2,46	
Sai số trung bình (ME)	Mùa	58,5	55,37	-3,13	
	Đông xuân			-0,05	
Sai số tuyệt đối trung bình (MAE)	Mùa			-0,07	
	Đông xuân			0,05	
Sai số quân phương (RMSE)	Mùa			0,07	
	Đông xuân			0,37	
				0,47	

#### 4. Kết luận

Qua nghiên cứu ứng dụng mô hình DSSAT - CERES - RICE dự báo năng suất lúa ở đồng bằng sông Hồng, rút ra một số nhận xét sau:

- Mô hình sử dụng trong báo cáo là mô hình tiên tiến, tích hợp nhiều mô-đun giúp quản lý cây trồng có hiệu quả. Các kết quả từ mô hình giúp các nhà quản lý hoạch định những chính sách và kế hoạch để phát triển cây trồng bền vững.

- Các tham số trong mô hình được hiệu chỉnh để kết quả mô phỏng đạt được gần sát với thực tế.

- Kết quả mô phỏng cho thấy, năng suất mô phỏng từ mô hình có sự chênh lệch không nhiều so với năng suất thực tế. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu vẫn còn hạn chế ở chỗ thể hiện giá trị mô phỏng ở dạng điểm (*point*), trong khi đó một số mô hình đang được cải tiến để thể hiện giá trị dự báo năng suất chi tiết ở dạng ô lưới (*raster*).

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.T.T., T.H.D.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: T.T.T., N.Đ.M.; Xử lý số liệu: N.T.N.A., P.Đ.T., L.D.L.; Tính toán kết quả: T.T.T., N.T.N.A.; Viết bản thảo bài báo: T.T.T., N.Đ.M.; Chỉnh sửa bài báo: T.H.D.

**Lời cảm ơn:** Bài báo hoàn thành nhờ sự trợ giúp từ đề tài KHCN cấp Bộ “Nghiên cứu đổi mới công nghệ dự báo khí hậu nông nghiệp. Áp dụng cho dự báo điều kiện khí hậu nông nghiệp và tác động đến sản xuất lúa ở khu vực đồng bằng sông Hồng”, mã số TNMT.2022.02.15 do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu chủ trì thực hiện.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. Khảm, D.V. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và gis phục vụ giám sát trạng thái sinh trưởng, phát triển và dự báo năng suất lúa ở đồng bằng sông hồng. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp bộ. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011.
2. Khảm, D.V. Xây dựng mô hình dự báo năng suất, sản lượng lúa ở đồng bằng sông hồng bằng dữ liệu ảnh modis. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2011**, 609, 25–34.
3. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2021. Nhà xuất bản Thống kê, 2021.
4. Thanh, B.; Phương, N.T.; Nam, B.C.; Hoàng, T.T. Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa ở đồng bằng sông cửu long. *Tạp chí khí tượng thủy văn* **2011**, 611, 1–5.
5. Dương, T.H. Nghiên cứu ứng dụng mô hình ORYZA 2000 để đánh giá rủi ro khí hậu nông nghiệp và đề xuất các phương án quản lý sản xuất lúa thích hợp phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững ở ĐBSH. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp cơ sở. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, 2014.
6. Battisti, R.; Sentelhas, P.C. Drought tolerance of Brazilian soybean cultivars simulated by a simple agrometeorological yield model. *Exp. Agric.* **2015**, 51, 285–298.
7. Boote, K.J.; Jones, J.W.; Batchelor, W.D.; Nafziger, E.D.; Myers, O. Genetic coefficients in the CROPGRO-soybean model: link to field performance and genomics. *Agron. J.* **2003**, 95, 32–51.
8. White, J.W.; Hoogenboom, G.; Kimball, B.A.; Wall, G.W. Methodologies for simulating impacts of climate change on crop production. *Field Crops Res.* **2011**, 124, 357–368.



9. Hoogenboom, G.; Porter, C.H.; Shelia, V.; Boote, K.J.; Singh, U.; White, J.W.; Jones, J.W. Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT). 4.7. Gainesville, FL: DSSAT Foundation. *J. Intell. Inf. Syst. J.* **2018**.
10. Hoogenboom, G.; Porter, C.; Boote, K.; Shelia, V.; Wilkens, P.; Singh, U.; Jones, J. The DSSAT crop modeling ecosystem. In *Advances in crop modeling for a sustainable agriculture*. 2019.
11. Jones, J.W.; He, J.; Boote, K.J.; Wilkens, P.; Porter, C.H.; Hu, Z. Estimating DSSAT cropping system cultivar-specific parameters using Bayesian techniques. In *Methods of introducing system models into agricultural research*. Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA. *Advances in Agricultural Systems Modeling Series 2*, 2011, pp. 2363–393. <https://doi.org/10.2134/advagriscystmodel2.c13>. 2011.
12. Chinaza, B.; Henry, O. Model for Predicting Rice Yield from Reflectance Index and Weather Variables in Lowland Rice Fields. *Agriculture* **2011**, *12*, 130. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020130>.
13. Gumel, D.Y.; Ahmad Makmom Abdullah, A.M.; Sood, A.M.; Rasheida E. Elhadia, R.E.; Jamalani, M.A.; Youssef, K.A.A.B. Assessing Paddy Rice Yield Sensitivity to Temperature and Rainfall Variability in Peninsular Malaysia Using DSSAT Model. *Int. J. Appl. Environ. Sci.* **2017**, *12(8)*, 1521–1545.
14. Jones, J.W.; Hoogenboom, G.; Porter, C.H.; Boote, K.J.; Batchelor, W.D.; Hunt, L.A.; Wilkens, P.W.; Singh, U.; Gijsman, A.J.; Ritchie, J.T. The DSSAT cropping system model. *Europ. J. Agronomy.* **2003**, *18*, 235–265.
15. Thorp, K.R.; DeJonge, K.C.; Kaleita, A.L.; Batchelor, W.D.; Paz, J.O. Methodology for the use of DSSAT models for precision agriculture decision support. *Comput. Electron. Agric.* **2008**, *64*, 276–285.
16. Goswami, P. Evaluation of DSSAT model (CERES rice) on rice production: A review. *Int. J. Chem.Stud.* **2020**, *8(5)*, 404–409.
17. Amnuaylojaroen, T.; Chanvichit, P. Application of the WRF-DSSAT modeling system for assessment of the nitrogen fertilizer used for improving rice production in northern Thailand. *Agriculture* **2022**, *12(8)*, 1213.
18. Islam, S.S.; Sanitchon, J.; Hasan, A.K. Rice phenology and growth simulation using DSSAT-CERES-Rice crop model under the different temperatures changing with climatic condition. *Int. J. Agr. Sci. Tech.* **2021**, 2710–3366. <https://doi.org/10.51483/IJAGST.1.2.2021.1-11>.
19. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa. Tính chất lý, hóa học các nhóm đất chính vùng đồng bằng sông Hồng.
- A. Sakamoto, K.T.; Yokozawa, M. Determining the Spatial Pattern of Rice Cropping Schedules using Time-Series Satellite Imagery of the Red River Delta, Vietnam. *Int. J. Geoinformatics.* **2007**, *3(4)*, 366–374.
20. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2017, Nhà xuất bản Thống kê, 2017.
21. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2018, Nhà xuất bản Thống kê, 2018.
22. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2019, Nhà xuất bản Thống kê, 2019.
23. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2020, Nhà xuất bản Thống kê, 2020.
24. Hoogenboom, G.; Wilkens, P.W.; Tsuji, G.Y. Concepts for calibrating crop growth models. In Hoogenboom G. et al. (ed.) *DSSAT v3*. Univ. of Hawaii, Honolulu. Univ. Hawaii, Honolulu. 1999, 4, 179–200.
25. Choudhury, A.K.; Ishtiaque, S.; Sen, R.; Jahan, M.A.H.S.; Akhter, S.; Ahmed, F.; Biswas, J.C.; Maniruzzaman, M.; Hossain, M.B.; Miah, M.M.; Rahman, M.M.; Zahan, T.; Khan, A.S.M.M.R. and Kalra, N. Calibration and validation of DSSAT model for simulating wheat yield in Bangladesh. *J. Saudi. Life Sci.* **2018**, *3(4)*, 356–364.

## Applying dssat model to forecast rice yield in the Red River delta

Tran Thi Tam<sup>1\*</sup>, Nguyen Dang Mau<sup>1</sup>, Trinh Hoang Duong<sup>1</sup>, Nguyen Thi Ngoc Anh<sup>2</sup>,  
Pham Dinh Than<sup>2</sup>, Le Duy Linh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change;

trantam1810@gmail.com; mau.imhen@gmail.com; hoangduongktnn@gmail.com

<sup>2</sup> VNU - University of Engineering and Technology; anhguyenngoc.inest@gmail.com;

thandinhpham1906@gmail.com; lebadao25082003@gmail.com

**Abstract:** Crop models have the ability to provide management guidance to increase yield and determine the balance between yield, resource efficiency and environmental impact. The article applies the DSSAT - CERES - RICE model (Decision Support System for Agrotechnology Transfer - Crop Environment Resource Synthesis (CERES-Rice) is a decision support system for agricultural technology transfer with a module for synthesizing environmental resources of rice to forecast rice yield in the provinces of the Red River Delta in the period 2017-2021. The Simulation results show that: In the winter-spring crop, the difference between simulated yield and actual yield fluctuated between 4.92-6.09 quintals/ha; In the summer - autumn crop, this difference ranges from 4.32 to 4.81 quintals/hectare. The mean absolute error (MAE) in the winter-spring crop is 0.05 quintals/ha, in the summer - autumn crop, it is 0.07 quintals/ha. The square root error (RMSE) in the winter-spring crop is 0.37 quintals/ha and in the summer - autumn crop is 0.47 quintals/ha. The study results of the article are the scientific basis for model application for research activities, exchange and provision of information between research units and application units. At the same time, the results in this article are also the basis for planning appropriate agricultural production plans in the Red River Delta and other areas with potential application..

**Keywords:** DSSAT - CERES - RICE; Forecast rice yield.