

INFLUENCE OF METEOROLOGY FACTORS ON RICE BLAST IN HAU GIANG PROVINCE

Nguyen Van Hong¹, Phan Thi Anh Tho^{2*}

¹Sub-institute of hydrometeorology and climate change

²Southern Hydrometeorology center of Viet Nam

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 16/3/2021	Rice blast caused by <i>Pyricularia oryzae</i> , was one of the most devastative diseases on rice plant. The pathogen could attack rice plant during growth and development of rice plant on rice leaf, internode, and panicle. The aim of the study was to determine correlations among the meteorology factors and rice blast, as a result, a prediction model of rice blast occurrence was built to limit the lowest yield damages of rice plant cultivated in Hau Giang province. Secondary data of an agricultural cultivation were collected from Department of Agriculture and Rural Development of Hau Giang province in the period between January 2017 and December 2019. The meteorology factors including a maximum, average, and minimum temperature, a maximum, average, and minimum humidity, precipitation, and a sunny hour had an influence on a percentage of rice-cultivated area which was infected by rice blast with correlation coefficient ranged from 0.10 to 0.55. Especially, the factor of average humidity played the most important role for prediction of rice blast appearance. Therefore, the average humidity should be prioritized to evaluate in rice blast management.
Revised: 19/5/2021	
Published: 28/5/2021	
KEYWORDS	
Humidity	
Precipitation	
Rice blast	
Sunny hour	
Temperature	

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG LÊN BỆNH ĐẠO ÔN TRÊN LÚA Ở TỈNH HẬU GIANG

Nguyễn Văn Hồng¹, Phan Thị Anh Tho^{2*}

¹Phân Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

²Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 16/3/2021	Bệnh đạo ôn hại lúa do nấm <i>Pyricularia oryzae</i> gây ra, là một trong những bệnh làm tổn thất năng suất lúa nặng nề nhất, nấm đạo ôn có thể tấn công cây lúa ở tất cả các giai đoạn của cây trên lá, đốt thân và bông. Mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá mối tương quan của các yếu tố khí tượng lên bệnh đạo ôn trên lúa, từ đó xây dựng mô hình dự đoán bệnh để hạn chế thấp nhất sự mất mùa ở tỉnh Hậu Giang. Phương pháp thu thập số liệu sản xuất nông nghiệp thứ cấp từ Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang từ tháng 01 năm 2017 đến tháng 12 năm 2019. Các yếu tố khí tượng gồm nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ thấp nhất, độ ẩm cao nhất, độ ẩm trung bình, độ ẩm thấp nhất, lượng mưa và số giờ nắng có sự ảnh hưởng lên tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn với hệ số tương quan dao động trong khoảng 0,10 - 0,55. Đồng thời, yếu tố độ ẩm trung bình đóng vai trò quan trọng nhất cho việc dự đoán sự xuất hiện của bệnh này. Do đó, yếu tố khí tượng độ ẩm trung bình cần được ưu tiên xem xét trong quản lý bệnh đạo ôn trên lúa.
Ngày hoàn thiện: 19/5/2021	
Ngày đăng: 28/5/2021	
TỪ KHÓA	
Bệnh đạo ôn trên lúa	
Độ ẩm	
Lượng mưa	
Nhiệt độ	
Số giờ nắng	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4175>

* Corresponding author. Email: anhtokttv@gmail.com

1. Giới thiệu

Bệnh đạo ôn hại lúa do nấm *Pyricularia oryzae* gây ra, là một trong những bệnh làm tổn thất năng suất lúa nặng nề nhất, nấm đạo ôn có thể tấn công cây lúa ở tất cả các giai đoạn của cây lúa trên lá, đốt thân và bông [1], triệu chứng đầu tiên của bệnh đạo ôn là trên lá và số lượng vết bệnh tăng theo sự sinh trưởng và phát triển của cây [2]. Cấp độ bệnh đạo ôn tương quan chặt chẽ với yếu tố khí tượng, do đó yếu tố khí tượng đóng vai trò rất quan trọng trong việc đưa ra mô hình dự đoán mầm bệnh để bảo vệ cây trồng tránh khỏi sự bùng phát của dịch bệnh [1], [3]. Cụ thể, mô hình hồi quy tuyến tính dự đoán cấp độ bệnh đạo ôn phụ thuộc vào nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ thấp nhất, độ ẩm cao nhất, độ ẩm trung bình, độ ẩm thấp nhất, lượng mưa và số giờ nắng [1], [4]-[8]. Ngoài ra, tỉnh Hậu Giang có nhiều điều kiện thuận lợi cho phát triển nông nghiệp đặc biệt cho việc trồng lúa cũng như đang phấn đấu trở thành trung tâm nông nghiệp xanh và thông minh của vùng Đồng bằng sông Cửu Long [9], do đó nghiên cứu các yếu tố khí tượng để dự đoán sự xuất hiện của bệnh đạo ôn trên lúa là hướng đi phù hợp. Mặt khác, ở tỉnh Hậu Giang nói riêng và Đồng bằng sông Cửu Long nói chung hầu như chưa có nghiên cứu đánh giá về mối tương quan giữa các yếu tố khí tượng lên bệnh đạo ôn hại lúa. Xuất phát từ các vấn đề đó, nghiên cứu “Ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng lên bệnh đạo ôn trên lúa ở tỉnh Hậu Giang” được thực hiện nhằm đánh giá mối tương quan của các yếu tố khí tượng lên bệnh đạo ôn trên lúa, từ đó xây dựng mô hình dự đoán bệnh để hạn chế thấp nhất sự mất mùa của tỉnh Hậu Giang.

2. Phương pháp nghiên cứu

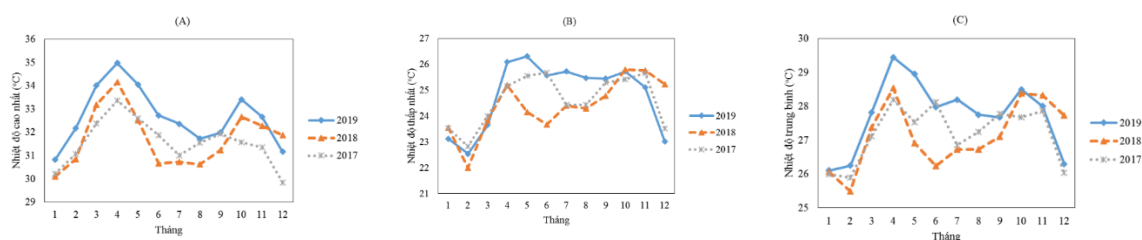
Số liệu sử dụng trong nghiên cứu này được thu thập từ báo cáo sản xuất nông nghiệp hàng tháng của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang từ tháng 01 năm 2017 đến tháng 12 năm 2019. Số liệu thứ cấp gồm nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ thấp nhất, độ ẩm cao nhất, độ ẩm trung bình, độ ẩm thấp nhất, lượng mưa, số giờ nắng và tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn được tổng hợp theo tháng và xử lý bằng phần mềm SPSS 22.0. Tỷ lệ diện tích nhiễm bệnh đạo ôn (%) = $100 \times (\text{diện tích nhiễm bệnh} / \text{diện tích trồng})$; khi đó diện tích nhiễm bệnh = $[(N_1 \times S_1) + \dots + (N_n \times S_n)] / 10$, trong đó: N_1 và N_n lần lượt là số điểm nhiễm dịch hại của yếu tố thứ 1 và yếu tố thứ n, S_1 và S_n lần lượt là diện tích gieo cấy lúa của yếu tố thứ 1 và yếu tố thứ n, 10 là số điểm điều tra của 1 yếu tố. Phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính được sử dụng để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng lên bệnh đạo ôn trên lúa [1], [10], [11].

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Các yếu tố khí tượng ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017 – 2019

3.1.1. Nhiệt độ

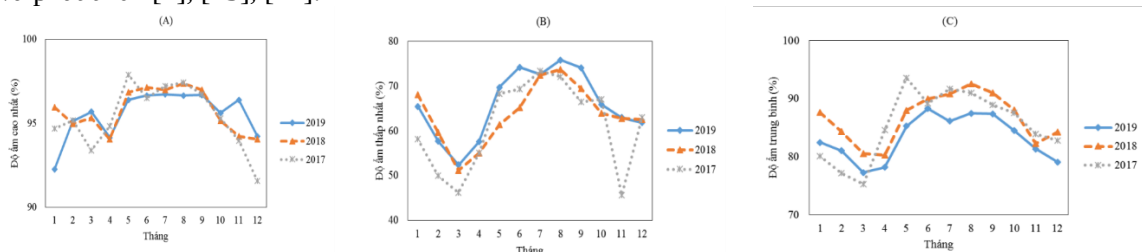
Nhiệt độ cao nhất, thấp nhất và nhiệt độ trung bình giai đoạn 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang được trình bày ở Hình 1 cho thấy có sự biến động về nhiệt độ khá cao giữa các tháng trong năm. Trong năm, nhiệt độ đạt mức cao nhất vào khoảng tháng 4, tháng 10 và nhiệt độ thấp nhất vào khoảng tháng 1, tháng 2. Mặt khác, nhiệt độ có xu hướng gia tăng qua các năm, cụ thể năm 2019 có nhiệt độ (nhiệt độ cao nhất, thấp nhất và trung bình), ở các tháng hầu hết cao hơn các năm còn lại (năm 2017 và năm 2018). Điều này có thể là do biến đổi khí hậu dẫn đến nhiệt độ trong không khí ngày càng gia tăng [12]. Nhiệt độ cao nhất, thấp nhất và nhiệt độ trung bình lần lượt dao động trong khoảng 29,8 - 35,0°C (Hình 1A), 22,0 - 26,3°C (Hình 1B) và 25,5 - 29,5°C (Hình 1C). Ở các mức nhiệt độ này khá thuận lợi cho nấm bệnh đạo ôn phát triển và kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây [1], [5]-[8].



Hình 1. Nhiệt độ cao nhất (A), thấp nhất (B) và nhiệt độ trung bình (C) giai đoạn năm 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang

3.1.2. Độ ẩm

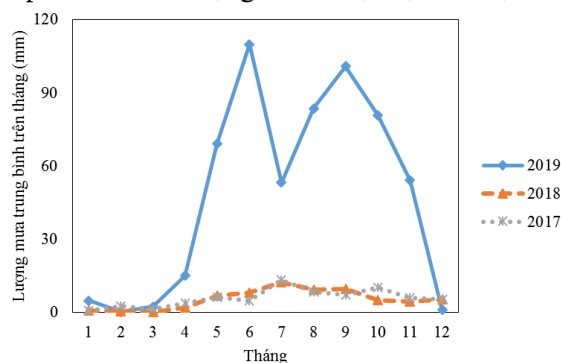
Độ ẩm cao nhất, thấp nhất và độ ẩm trung bình giai đoạn 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang được trình bày ở Hình 2 cho thấy độ ẩm cao nhất, thấp nhất và độ ẩm trung bình lần lượt dao động trong khoảng 91,6 - 97,9% (Hình 2A), 45,6 - 75,8% (Hình 2B) và 75,3 - 93,6% (Hình 2C) và có sự biến động về độ ẩm tương đối cao giữa các tháng trong năm; cụ thể độ ẩm đạt mức cao nhất vào khoảng tháng 5, tháng 8 và độ ẩm thấp nhất hầu hết vào khoảng tháng 3. Mặt khác, độ ẩm có xu hướng chưa ổn định qua các năm, cụ thể đa số độ ẩm trung bình của các tháng năm 2018 cao hơn so với năm 2017, tuy nhiên đến năm 2019 phần lớn các tháng có độ ẩm trung bình thấp hơn so với năm 2017 và 2018. Ngoài ra, các giá trị độ ẩm này thuận lợi cho bệnh đạo ôn sinh trưởng và phát triển [1], [13], [14].



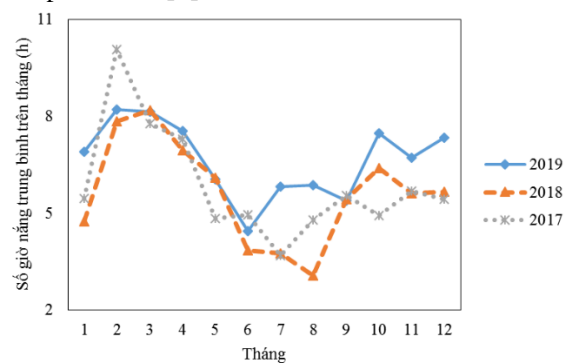
Hình 2. Độ ẩm cao nhất (A), thấp nhất (B) và độ ẩm trung bình (C) giai đoạn 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang

3.1.3. Lượng mưa

Hình 3 cho thấy lượng mưa trung bình trên tháng giai đoạn 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang. Lượng mưa trung bình trên tháng có xu hướng ổn định vào các năm 2017-2018 dao động trong khoảng 0,0-13,2 mm. Tuy nhiên, đến năm 2019 lượng mưa trung bình trên tháng có sự gia tăng đột biến, cao nhất vào khoảng tháng 6 và tháng 9 lần lượt đạt 109,9 và 100,9 mm/tháng, thấp nhất vào khoảng tháng 2 và tháng 12 dao động 0,0-0,9 mm/tháng. Như vậy, lượng mưa này tương đối thấp so với mức lượng mưa thuận lợi cho bệnh đạo ôn phát triển [1].



Hình 3. Lượng mưa trung bình trên tháng giai đoạn 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang



Hình 4. Số giờ nắng trung bình trên tháng giai đoạn 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang

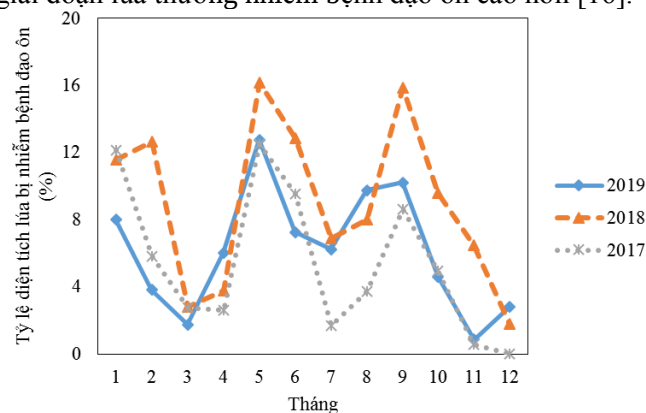
3.1.4. Số giờ nắng

Số giờ nắng trung bình trên tháng của tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019 được trình bày ở Hình 4 cho thấy có sự dao động khá cao. Trong năm, số giờ nắng cao nhất vào khoảng tháng 2 dao động 8,2 - 10,1 h, số giờ nắng thấp nhất không ổn định qua các năm vào khoảng tháng 6-8 với số giờ nắng dao động 3,1 - 4,5 h. Số giờ nắng trung bình trên tháng cao nhất đạt 10,1 h (tháng 2 năm 2017) và thấp nhất đạt 3,1 h (tháng 8 năm 2018). Như vậy, số giờ nắng trung bình trên tháng trong nghiên cứu này không phù hợp cho bệnh đạo ôn phát triển [4], [5], [8].

3.2. Tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh Hậu Giang

Hình 5 cho thấy tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019, nhìn chung, tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn có sự tăng lên và giảm xuống theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa và mùa vụ canh tác gồm vụ Đông Xuân (tháng 12 – tháng 3), vụ Hè Thu (tháng 4 – tháng 7) và vụ Thu Đông (tháng 8 – tháng 11).

Năm 2017, tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn dao động trong khoảng 0,0-12,5%, cao nhất vào tháng 5 (giai đoạn lúa làm đòng vụ Hè Thu) và thấp nhất vào tháng 12 (giai đoạn lúa vừa được sạ ở vụ Đông Xuân). Năm 2018, tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn cao nhất vào tháng 5 và tháng 9 lần lượt đạt 16,2% và 15,9%, thấp nhất vào tháng 12 đạt 1,77%. Tương tự năm 2018, năm 2019 tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn đạt cao nhất vào tháng 5 và tháng 9 (12,8% và 10,2%), thấp nhất vào tháng 11 đạt 0,87%. Mặt khác, độ ẩm trung bình vào tháng 5 và tháng 9 không đạt giá trị cao nhất (Hình 2C), do đó có thể giai đoạn sinh trưởng của cây lúa quyết định nhiều hơn lên tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn vào thời điểm này bởi vì bệnh đạo ôn xuất hiện là sự tác động tổng hợp của các yếu tố như mầm bệnh, giai đoạn miễn cảm của cây lúa và điều kiện môi trường thuận lợi [15], ngoài ra thời điểm tháng 5 và tháng 9 lúa trong giai đoạn làm đòng và trở bông, là giai đoạn lúa thường nhiễm bệnh đạo ôn cao hơn [16].



Hình 5. Tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn giai đoạn 2017-2019 của tỉnh Hậu Giang

Bảng 1. Tương quan giữa các yếu tố khí tượng và tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019

	NĐMAX	NĐTB	NĐMIN	ĐAMAX	ĐATB	ĐAMIN	MUA	NANG
TLDT 2017	0,09	0,03	0,07	0,38**	0,21	0,17	-0,14	-0,10
TLDT 2018	-0,35*	-0,43**	-0,31*	0,45**	0,52**	0,33*	0,19	-0,20
TLDT 2019	0,05	0,21	0,41**	0,18	0,55**	0,53**	0,30*	-0,29*

Ghi chú: * và ** là tương quan có ý nghĩa thống kê ở mức 0,05 và 0,01; NĐMAX: nhiệt độ cao nhất; NĐTB: nhiệt độ trung bình; NĐMIN: nhiệt độ thấp nhất; ĐAMAX: độ ẩm cao nhất; ĐATB: độ ẩm trung bình; ĐAMIN: độ ẩm thấp nhất; MUA: lượng mưa trung bình trên tháng; NANG: số giờ nắng trung bình trên tháng; TLDT: tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn

Mặt khác, Bảng 1 thể hiện mối tương quan giữa nhiệt độ trung bình, nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất, độ ẩm trung bình, độ ẩm cao nhất, độ ẩm thấp nhất, lượng mưa và số giờ nắng với

tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019 cho thấy có sự tương quan giữa các yếu tố khí tượng với tỷ lệ lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn, tuy nhiên mức độ tương quan có sự khác nhau giữa các năm.

Năm 2017, sự tương quan có ý nghĩa cao nhất được tìm thấy giữa tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn và độ ẩm cao nhất với hệ số tương quan ở mức tương đối cao $r = 0,38$, tiếp theo là độ ẩm trung bình và độ ẩm thấp nhất. Lượng mưa và số giờ nắng tương quan nghịch với tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn. Cuối cùng, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ cao nhất và nhiệt độ thấp nhất cũng tương quan với tỷ lệ lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn nhưng ở mức rất thấp (hệ số tương quan dao động trong khoảng 0,03-0,07).

Năm 2018, hầu hết mức độ tương quan giữa các yếu tố khí tượng và tỷ lệ diện tích lúa nhiễm bệnh đạo ôn ở mức khá cao dao động 0,19-0,52. Tỷ lệ diện tích nhiễm bệnh tương quan khá chặt với độ ẩm trung bình, độ ẩm cao nhất và độ ẩm thấp nhất ($r = 0,33-0,52$), tuy nhiên tương quan nghịch với nhiệt độ trung bình, nhiệt độ cao nhất và nhiệt độ thấp nhất với hệ số tương quan lần lượt đạt $r = -0,43, -0,35$ và $-0,31$.

Năm 2019, tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn tương quan khá chặt chẽ với độ ẩm trung bình, độ ẩm thấp nhất, nhiệt độ thấp nhất và lượng mưa, hệ số tương quan dao động 0,30-0,55. Năm 2018 và 2019 có tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn tương quan nghịch tương đối chặt với số giờ nắng, hệ số tương quan từ -0,20 đến -0,29.

Như vậy, hầu hết tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn tương quan khá chặt chẽ với độ ẩm trung bình, độ ẩm cao nhất và độ ẩm thấp nhất, tuy nhiên tương quan nghịch với số giờ nắng. Kết quả này tương tự với nghiên cứu trước đây cho thấy độ ẩm cao nhất, độ ẩm trung bình, độ ẩm thấp nhất và số giờ nắng là các yếu tố quan trọng cho bệnh đạo ôn bùng phát [1], [6]-[8], [13]. Mặt khác, tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn chưa cho thấy xu hướng tương quan ổn định với các yếu tố nhiệt độ trung bình, nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất và lượng mưa ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019.

3.3. Ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng lên tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính biến phụ thuộc tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn (TLDT) với các biến độc lập gồm nhiệt độ trung bình (NĐTB), độ ẩm trung bình (ĐATB), lượng mưa trung bình trên tháng (MUA) và số giờ nắng trung bình trên tháng (NANG) ở Bảng 2 cho thấy, giá trị R bình phương hiệu chỉnh đạt 0,163, do đó 4 biến độc lập này ảnh hưởng 16,3% sự thay đổi của biến phụ thuộc. Điều này có nghĩa là nhiệt độ trung bình (NĐTB), độ ẩm trung bình (ĐATB), lượng mưa trung bình trên tháng (MUA) và số giờ nắng trung bình trên tháng (NANG) tác động 16,3% đến tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn (TLDT) ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019. Ngoài ra, giá trị Durbin-Watson của mô hình là 0,481 cho thấy các yếu tố giải thích cho tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn không có tương quan với nhau, đồng thời giá trị VIF của các biến trong mô hình dao động trong khoảng 1,089-1,946, do đó không có sự đa cộng tuyến [17]. Mặt khác, giá trị sig của kiểm định F là $0,000 < 0,05$, do vậy mô hình hồi quy tuyến tính xây dựng được phù hợp với tổng thể, có nghĩa là mô hình này có thể được sử dụng để đánh giá sự ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng lên tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019. Hơn nữa, phương trình tuyến tính chuẩn hóa:

$$TLDT = 0,513.ĐATB + 0,177.NANG - 0,100.NĐTB + 0,00.MUA$$

Trong đó:

0,513 là mức độ tác động của biến ĐATB lên biến phụ thuộc TLDT (sig 0,000)

0,177 là mức độ tác động của biến NANG lên biến phụ thuộc TLDT (sig 0,099)

0,100 là mức độ tác động của biến NĐTB lên biến phụ thuộc TLDT (sig 0,214)

0,00 là mức độ tác động của biến MUA lên biến phụ thuộc TLDT (sig 0,996)

Như vậy, chỉ có duy nhất biến ĐATB có ý nghĩa trong mô hình do giá trị sig của kiểm định t từng biến này nhỏ hơn 0,05. Điều này có nghĩa là tỷ lệ diện tích lúa nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh

Hậu Giang giai đoạn 2017-2019 chịu ảnh hưởng nhiều nhất bởi ĐATB. Bên cạnh đó, các biến còn lại gồm NANG, NĐTĐ và MUA chưa thể hiện được ý nghĩa trong mô hình hồi quy tuyến tính này do giá trị sig của kiểm định t từng biến này đều lớn hơn 0,05.

Bảng 2. Phân tích các yếu tố khí tượng ảnh hưởng đến tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn ở tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017-2019

Biến giải thích	Hệ số β chuẩn hóa	Sig.	VIF
NĐTĐ	- 0,100	0,214	1,089
ĐATB	0,513	0,000	1,908
MUA	0,000	0,996	1,100
NANG	0,177	0,99	1,946
R^2		0,186	
R^2 hiệu chỉnh		0,163	
Sig.F		0,000	
Durbin-Watson		0,481	

4. Kết luận

Các yếu tố khí tượng gồm nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ thấp nhất, độ ẩm cao nhất, độ ẩm trung bình, độ ẩm thấp nhất, lượng mưa và số giờ nắng đều ảnh hưởng lên tỷ lệ diện tích lúa bị nhiễm bệnh đạo ôn, trong đó độ ẩm trung bình cho thấy mức độ ảnh hưởng nhiều nhất. Do đó, độ ẩm trung bình cần được quan tâm nhiều hơn trong việc dự đoán sự xuất hiện của bệnh đạo ôn trên lúa. Mặt khác, cần có thêm nghiên cứu về yếu tố nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ thấp nhất và lượng mưa để làm sáng tỏ thêm vai trò của chúng cho việc dự đoán bệnh đạo ôn trên lúa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] R. Pal, D. Mandal, and B. S. Naik, "Effect of different meteorological parameters on the development and progression of rice leaf blast disease in western Odisha," *International Journal of Plant Protection*, vol. 10, no. 1, pp. 52-57, 2017.
- [2] M. Castejon-Munoz, "The effect of temperature and relative humidity on the airborne concentration of *Pyricularia oryzae* spores and the development of rice blast in Southern Spain," *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 6, no. 1, pp. 61-69, 2008.
- [3] J. P. Sharma, S. Kumar, and R. N. Verma, "Relationship between rice blast and meteorological factors in Nagaland," *Indian Phytopathol*, vol. 46, no. 1, pp. 78-80, 1993.
- [4] M. H. Esmailpoor, "Study on the environmental factors affecting rice blast," *Iranian Plant Disease Pest Journal*, vol. 48, no. 2, pp. 105-118, 1980.
- [5] M. Izadyar, "The relation between weather conditions and rice leaf and neck blast development on different rice cultivars in Guilan province," *Proc. 7th Iranian Plant Protection Congress*, Iran, 1983, p. 85.
- [6] K. Jain, J. C. Gupta, and H. S. Yadav, "Assessment of stable resistance to blast in finger millet," *Advances in Plant Sciences*, vol. 7, no. 2, pp. 330-334, 1994.
- [7] R. P. Patel and S. K. Tripathi, "Epidemiology of blast of finger millet caused by *Pyricularia grisea* (Cke) Sacc," *Advances in Plant Sciences*, vol. 11, pp. 73-75, 1998.
- [8] S. Mousanejad, A. Alizadeh, and N. Safaie, "Effect of weather factors on spore population dynamics of rice blast fungus in Guilan province," *Journal of Plant Protection Research*, vol. 49, no. 3, pp. 319-329, 2009.
- [9] H. Vu, "Hau Giang province strives to become smart agricultural center of the Mekong Delta region," (in Vietnamese), *Communist Journal*, January 28, 2020. [Online]. Available: <https://www.tapchicongsan.org.vn>. [Accessed Mar. 15, 2021].
- [10] N. T. M. Hanh, T. V. Ty, and H. V. T. Minh, "Evaluation of the impacts of meteo-hydrological and agricultural practice factors to rice yield in the semi-dyke protected area in An Giang province," (in Vietnamese), *CTU Journal of Science*, vol. 23, pp. 165-173, 2012.
- [11] QCVN 01-166 : 2014/BNNT, "National technical regulation on surveillance method of rice pest," Ministry of Agriculture and Rural Development, 2014. [Online]. Available: <https://www.ppd.gov.vn>. [Accessed April. 28, 2021].

-
- [12] P. Pringle, *Effects of climate change on 1.5° temperature rise relevant to the Pacific Islands*, Pacific Marine Climate Change Report Card: Science Review, United Kingdom, 2018, pp. 189-200.
- [13] J. C. Bhatt and V. S. Chauhan, "Epidemiological studies on neck blast of rice in U.P. hills," *Indian Phytopathogen*, vol. 38, pp. 126-130, 1985.
- [14] S. B. Jr. Calvero, S. M. Coak, and P. S. Teng, "Development of empirical forecasting models for rice blast based on weather factors," *Plant Pathology*, vol. 45, no. 4, pp. 667-678, 1996.
- [15] M. Pautasso, T. F. Döring, and M. Garbelotto, "Impacts of climate change on plant diseases - opinions and trends," *European Journal of Plant Pathology*, vol. 133, pp. 295-313, 2012.
- [16] D. O. TeBeest, C. Guerber and M. Dittmore, "Rice Blast," The Plant Health Instructor, 2007. [Online]. Available: <https://www.apsnet.org>. [Accessed Mar. 15, 2021].
- [17] H. Trong and C. N. M. Ngoc, *Applied Statistic*. Labor and Society publisher, Ha Noi, 2011