

Bài báo khoa học

Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới năng suất lúa hữu cơ tại tỉnh Tuyên Quang

Nguyễn Thị Liễu^{1*}, Nguyễn Thế Chinh¹, Trần Trung Cường², Nguyễn Văn Đại¹, Tạ Thị Ngọc Hà³

¹ Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; lieuminh2011@gmail.com; thechinhnguyen@gmail.com; nguyendai.tv@gmail.com

² Trường Khoa học liên ngành và Nghệ thuật, Đại học quốc gia Hà Nội; cuongtranws@gmail.com

³ Trường Cán bộ Quản lý Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; tangocha179@gmail.com

*Tác giả liên hệ: lieuminh2011@gmail.com; Tel: +84-989316846

Ban Biên tập nhận bài: 15/3/2024; Ngày phản biện xong: 24/4/2024; Ngày đăng bài: 25/8/2024

Tóm tắt: Sản xuất lúa hữu cơ ở tỉnh Tuyên Quang được bắt đầu sản xuất từ năm 2019 với một số mô hình thí điểm nhưng đến nay đã có sự phát triển nhất định, góp phần đảm bảo an ninh lương thực và xóa đói giảm nghèo cho người dân. Sản xuất lúa hữu cơ hiện còn gặp nhiều khó khăn, thách thức do các yếu tố khách quan, chủ quan khác nhau, trong đó yếu tố biến đổi khí hậu (BĐKH) được xem là một trong những yếu tố tiềm năng có thể ảnh hưởng đến việc sản xuất lúa hữu cơ trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang trong tương lai. Kết quả mô phỏng năng suất lúa hữu cơ theo các kịch bản BĐKH cho thấy, năng suất lúa của tất cả các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang trong 02 vụ đều có xu thế gia tăng ở tất cả các thời kỳ của 02 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 so với thời kỳ cơ sở. Theo kịch bản RCP 4.5, năng suất lúa toàn tỉnh vụ Đông Xuân sẽ tăng 23,3 % và tăng 29,77 % ở vụ Mùa vào cuối thế kỉ. Theo kịch bản RCP 8.5, năng suất lúa toàn tỉnh vụ đông xuân sẽ tăng 38,24 % và tăng 30.01% ở vụ mùa vào cuối thế kỉ.

Từ khóa: Năng suất lúa; Biến đổi khí hậu; Tuyên Quang; RCP 4.5, RCP 8.5.

1. Mở đầu

Theo IPCC [1], BĐKH là sự biến đổi trạng thái của hệ thống khí hậu, có thể được nhận biết qua sự biến đổi về trung bình và sự biến động của các thuộc tính của nó, được duy trì trong một thời gian đủ dài, điển hình là hàng thập kỷ hoặc dài hơn. Nói cách khác, nếu coi trạng thái cân bằng của hệ thống khí hậu là điều kiện thời tiết trung bình và những biến động của nó trong khoảng vài thập kỷ hoặc dài hơn, thì BĐKH là sự biến đổi từ trạng thái cân bằng này sang trạng thái cân bằng khác của hệ thống khí hậu. BĐKH hiện đại được nhận biết thông qua sự gia tăng của nhiệt độ trung bình bề mặt Trái đất, dẫn đến hiện tượng nóng lên toàn cầu. Biểu hiện của BĐKH còn được thể hiện qua sự dâng mực nước biển, hệ quả của sự tăng nhiệt độ toàn cầu.

Lượng tiêu thụ nước trong trồng lúa nước chiếm 24-30% lượng tiêu thụ nước ngọt toàn cầu [2]. Do đó, để đảm bảo an ninh lương thực và duy trì tính toàn vẹn của tài nguyên nước, ngày càng có nhiều nhu cầu nghiên cứu cụ thể về sử dụng tài nguyên nước trong nông nghiệp (yêu cầu tưới tiêu và trồng trọt) cũng như phản ứng của năng suất lúa gạo đối với BĐKH để xác định các chiến lược thích ứng hiệu quả và bền vững. BĐKH sẽ có tác động đáng kể đến quản lý nước nông nghiệp [3]. Tuy nhiên, các nghiên cứu về ảnh hưởng của BĐKH đến năng suất lúa còn hạn chế [4], đặc biệt là ở quy mô địa phương. Các mô hình cây trồng được sử

dụng rộng rãi để tư vấn và lập kế hoạch môi trường trong nông nghiệp [5], bao gồm lựa chọn cây trồng, quản lý cây trồng, đánh giá tác động của BĐKH, thích ứng với BĐKH và hỗ trợ quyết định chính sách [6].

Các mô hình khí hậu - thủy văn - cây trồng rất quan trọng trong việc tìm hiểu và dự đoán những tương tác phức tạp giữa các biến đổi khí hậu, các quá trình thủy văn và tăng trưởng cây trồng. Tuy nhiên, việc áp dụng phương pháp này còn gặp nhiều khó khăn ở các nước đang phát triển [7]. Sự phát triển các nghiên cứu về tác động của BĐKH đối với sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam vẫn tồn tại một khoảng cách lớn so với trên thế giới và cần có 1 cuộc khảo sát toàn quốc về tình hình sản xuất nông nghiệp của các hộ gia đình và khai thác hiệu quả dữ liệu khí hậu và môi trường [8].

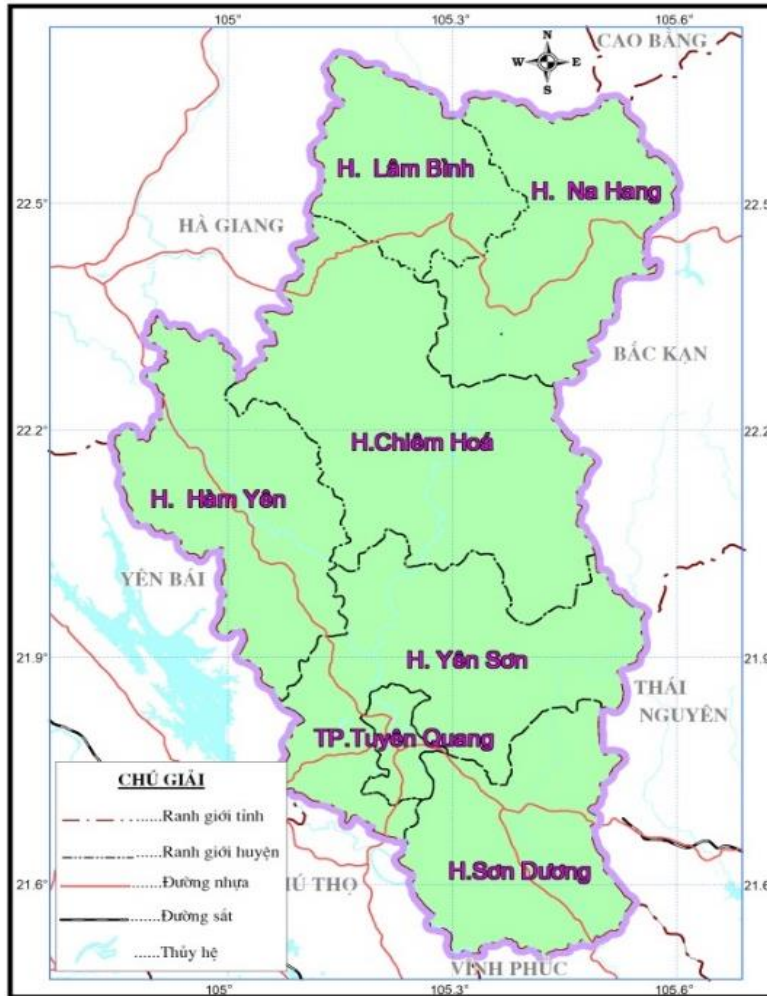
Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục đích đánh giá hiện trạng sản xuất lúa hữu cơ và tính toán năng suất mô phỏng của cây lúa hữu cơ dựa trên năng suất lúa thông thường theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 bằng mô hình AquaCrop 7.1, từ đó sử dụng phương pháp thống kê để đánh giá tác động của BĐKH đến năng suất lúa theo các kịch bản BĐKH so với thời kỳ cơ sở 1985-2005.

2. Dữ liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Tuyên Quang là tỉnh miền núi phía Bắc, tiếp giáp với 07 tỉnh: Phía Bắc và Tây Bắc giáp tỉnh Hà Giang và tỉnh Cao Bằng, phía Nam giáp tỉnh Phú Thọ và tỉnh Vĩnh Phúc, phía Đông giáp tỉnh Bắc Kạn và tỉnh Thái Nguyên, phía Tây giáp tỉnh Yên Bái. Diện tích tự nhiên của tỉnh 5.867,9 km², chiếm 1,77% diện tích cả nước, đứng thứ 24/63 tỉnh, thành phố cả nước về diện tích. Ngành nông, lâm thủy sản đang chuyển mạnh theo hướng sản xuất hàng hóa với quy mô, năng suất và chất lượng ngày càng cao, an toàn thực phẩm được coi trọng; góp phần quan trọng xóa đói, giảm nghèo, nâng cao thu nhập và cải thiện đời sống cho người dân nông thôn. Lĩnh vực trồng trọt: Tập trung chuyển đổi cơ cấu giống theo hướng năng suất, chất lượng, rải vụ, đa dạng sản phẩm theo nhu cầu thị trường; Ứng dụng khoa học công nghệ, sử dụng giống năng suất và chất lượng cao, thích ứng với biến đổi khí hậu, ứng dụng cơ giới hóa, thực hiện các quy trình kỹ thuật tiên tiến ngày càng được tăng cường; mở rộng sản xuất theo tiêu chuẩn; nâng cao năng suất, giá trị thu nhập các cây trồng chủ lực. Cơ cấu cây trồng chuyển dịch mạnh sang phát triển nhóm cây ăn quả 20. Giá trị sản xuất bình quân/ha canh tác đất sản xuất nông nghiệp đạt 97 triệu đồng/ha, tăng 1,4 lần so năm 2015; giá trị sản xuất trồng trọt (theo giá so sánh năm 2010) năm 2020 đạt trên 4.340 tỷ đồng, tăng bình quân 2,5%/năm. Cây lương thực (lúa, ngô): Chuyển đổi cơ cấu giống, đưa 17 giống lúa, ngô có năng suất, chất lượng vào cơ cấu giống của tỉnh, loại bỏ 16 giống kém hiệu quả ra khỏi cơ cấu giống; Diện tích lúa chất lượng cao 7.800 ha, chiếm 18% diện tích gieo cấy; diện tích lúa hữu cơ 5 ha; diện tích trồng ngô ngọt liên kết 50 ha. Đảm bảo vững chắc an ninh lương thực với tổng sản lượng trên 34 vạn tấn/năm. Trong những năm gần đây BĐKH đã và đang tác động mạnh mẽ đến tình hình phát triển kinh tế xã hội trên phạm vi toàn tỉnh. Các hiện tượng thời tiết cực đoan có xu hướng xuất hiện nhiều và mạnh hơn. Đặc biệt là lũ ống, lũ quét, sạt lở đất đá đã trở nên thường xuyên hơn trong mùa mưa. Các đợt rét đậm, rét hại, mưa đá, dông sét, băng giá, sương muối xảy ra với tần suất ngày một nhiều hơn tại các vùng núi cao thuộc các huyện Na Hang, Lâm Bình. Tình trạng thiếu nước cho sinh hoạt và sản xuất về mùa khô xảy ra cục bộ tại một số địa phương. Bên cạnh đó, sự thay đổi về nhiệt độ và lượng mưa có nguy cơ làm thay đổi diện tích và chất lượng rừng, hạn hán và thiếu nước cũng tạo ra nguy cơ cháy rừng cao trên địa bàn toàn tỉnh, khí hậu có nhiều biến đổi thất thường,...[9]. Nhận thức về BĐKH của một số cán bộ quản lý nhiều nơi còn chưa đầy đủ, nhận thức của cộng đồng còn hạn chế và phiến diện, mới chỉ quan tâm nhiều đến các tác động tiêu cực mà BĐKH gây ra khi được tuyên truyền mà chưa quan tâm đúng mức đến việc hành động chuyển đổi lối sống, mô hình sản xuất và tiêu thụ theo định hướng các-bon thấp, tăng trưởng xanh. Những thách thức đó đòi hỏi tỉnh Tuyên Quang phải có những nỗ lực hơn nữa trong các chính sách,

biện pháp tăng cường nhận thức và năng lực ứng phó với BĐKH, song song với phát triển kinh tế nhằm tăng cường sức cạnh tranh của nền kinh tế và vị thế của một tỉnh có nền kinh tế mạnh của cả nước [10].



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu [11].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp kế thừa tài liệu: Phương pháp này được sử dụng trong nghiên cứu ngay từ giai đoạn đầu của quy trình thực hiện, trên cơ sở các tài liệu thu thập được, nhóm nghiên cứu đã tiến hành phân tích tổng hợp những đối tượng có thể kế thừa và các dữ liệu xem xét để biên tập mới. Những dữ liệu kế thừa chủ yếu liên quan đến các yếu tố khí tượng, thủy văn, các giá trị số liệu về đất, nước và cây trồng trong các nghiên cứu liên quan sử dụng để đảm bảo đầu vào cho mô hình mô phỏng.

- Phương pháp điều tra, khảo sát thu thập số liệu: Phương pháp này được sử dụng để tiến hành thu thập các số liệu, tài liệu từ các sở ban ngành nhằm cung cấp nguồn cơ sở dữ liệu về khí tượng, thủy văn, BĐKH, đặc điểm cây trồng. Các phiếu điều tra cũng được thiết kế riêng cho lúa hữu cơ tại địa bàn nghiên cứu để hỏi các thông tin liên quan như hiện trạng sản xuất lúa hữu cơ trên địa bàn tỉnh, những thuận lợi và khó khăn trong sản xuất lúa hữu cơ, hiện trạng BĐKH và ảnh hưởng của BĐKH đến sản xuất lúa hữu cơ cùng các chính sách phát triển lúa hữu cơ trong thời gian tới.

- Phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu: Các số liệu, tài liệu sau khi thu thập được nhóm nghiên cứu phân tích và tổng hợp lại theo mục đích sử dụng để phục vụ việc đánh giá tác động của BĐKH đến sản xuất lúa hữu cơ trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang.

- Phương pháp mô hình toán: Phương pháp mô hình toán được sử dụng trong nghiên cứu để đánh giá tác động của BĐKH đến sản xuất lúa hữu cơ trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang. Cụ

thể là mô hình AquaCrop 7.1 được sử dụng để tính toán năng suất cho cây lúa ở thời kỳ cơ sở 1986-2005 và các thời kỳ 2016-2035, 2046-2065, 2080-2099 của các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 theo kịch bản BĐKH năm 2020 do bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm. Trên cơ sở đó, nghiên cứu sẽ đánh giá tác động của BĐKH đến năng suất lúa thông qua mức độ thay đổi năng suất giữa các thời kỳ của các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 so với thời kỳ cơ sở. Mô hình AquaCrop được giới thiệu là phương pháp nghiên cứu phản ánh năng suất cây trồng [12]. Mô hình AquaCrop được chọn lựa bởi sự đơn giản và dễ sử dụng và cho kết quả khá chính xác. Kết quả của AquaCrop cho được là khá tốt, điều này được kiểm nghiệm qua các nghiên cứu trên cây lúa [13]. Mô hình này đã mô phỏng thành công sự sinh trưởng và năng suất của cây trồng trong các điều kiện quản lý khí hậu, đất đai và tưới tiêu khác nhau để trồng lúa [14]. Mô hình AquaCrop đã được hiệu chỉnh và đánh giá để mô phỏng sự phát triển và năng suất lúa trong điều kiện lũ lụt ở một số khu vực trên thế giới [15], và trong điều kiện chu kỳ khô và ướt đã được báo cáo [6].

2.3. Dữ liệu sử dụng

2.3.1. Dữ liệu khí tượng

Dữ liệu khí tượng được sử dụng để tính toán trong nghiên cứu bao gồm các dữ liệu về nhiệt độ trung bình, nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp, lượng mưa, bốc thoát hơi nước tiềm năng (ET_o) của thời kỳ cơ sở 1986 -2005 và các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 theo kịch bản Biến đổi khí hậu năm 2020 của Bộ Tài Nguyên và Môi trường [16]. Căn cứ vào vị trí của các huyện/ thành phố, nhóm tác giả sử dụng dữ liệu khí tượng của thời kỳ cơ sở và kịch bản BĐKH của các trạm KTTV, trạm đo mưa gần nhất có số liệu.

Bảng 1. Danh sách trạm mưa và trạm khí tượng dùng cho các huyện, thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Thành phố/huyện | Số liệu mưa thời kỳ cơ sở | Số liệu mô phỏng của các kịch bản BĐKH |
|-----|-----------------|---------------------------|--|
| 1 | TP. Tuyên Quang | Tuyên Quang | Tuyên Quang |
| 2 | Na Hang | Na Hang | Chiêm Hóa |
| 3 | Chiêm Hóa | Chiêm Hóa | Chiêm Hóa |
| 4 | Hàm Yên | Hàm Yên | Hàm Yên |
| 5 | Yên Sơn | Tuyên Quang và Đào Viên | Tuyên Quang |
| 6 | Son Dương | Tuyên Quang | Tuyên Quang |
| 7 | Lâm Bình | Na Hang | Chiêm Hóa |

Dữ liệu nồng độ khí CO₂ trong khí quyển ở thời kỳ cơ sở và kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 được sử dụng trong nghiên cứu theo dữ liệu của IPCC [17].

2.3.2. Dữ liệu về đất

Tỉnh Tuyên Quang có tài nguyên đất phong phú về chủng loại, ngoài ra ở tỉnh cũng canh tác lúa theo nhiều hình thức khác nhau như lúa nương và trồng lúa tại các thung lũng và ven sông suối, vì vậy tác giả sử dụng các thông số chung được dựa vào hệ số tham khảo của FAO có trong mô hình AquaCrop.

Bảng 2. Dữ liệu đất đầu vào của mô hình AquaCrop [18].

| Tầng đất | Loại đất | Độ sâu (m) | TAW (mm/m) | PWP (%) | FC (%) | SAT (%) | Ksat (mm/day) |
|----------|----------|------------|------------|---------|--------|---------|---------------|
| 1 | Sét pha | 0,5 | 180 | 32,0 | 50,0 | 54,0 | 15,0 |
| 2 | Sét | 1,5 | 150 | 39,0 | 54,0 | 55,0 | 2,0 |

Ghi chú: TAW: tổng lượng nước sẵn có trong thể tích đất được xem xét; PWP: độ ẩm điểm héo; FC: ẩm độ thủy dung; SAT: độ ẩm bão hòa; Ksat: hệ số thấm bão hòa.

2.3.3. Dữ liệu cây trồng

Các thông số cây trồng đầu vào mô hình đối với cây lúa nước gồm phương thức tưới, mật độ cây (số cây trên một m²), hiệu suất sử dụng nước, năng suất sinh khối (WP) (gram/m²), hệ số thu hoạch HI (%), bốc thoát hơi nước cây trồng (Tr), độ mở rộng tán lá, độ bao phủ tán lá ban đầu (CCo), Hệ số rút nước vùng rễ (P), Hệ số giảm tán lá (CDC), độ sâu rễ, hệ số phản ứng năng suất Ky, chiều cao cây trồng. Các thông số cây trồng đầu vào cho mô hình AquaCrop được trình bày trong bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Các thông số cây trồng đầu vào cho mô hình AquaCrop [19].

| Các thông số đầu vào | | Vụ Đông Xuân | Vụ mùa |
|-----------------------------|---|--------------|--------|
| | Kích thước tán khi cây (cm ² /cây) | 15 | 15 |
| | Mật độ cây (số cây trên một m ²) | 25 | 25 |
| | Ngày cấy | 14/II | 28/VI |
| | Ngày thu hoạch | 12/VI | 30/X |
| | Số ngày từ cấy đến phục hồi | 7 | 5 |
| Giai đoạn phát triển (ngày) | Số ngày từ cấy đến độ sâu rễ tối đa | 59 | 65 |
| | Số ngày từ cấy đến thụ phấn | 89 | 95 |
| | Số ngày từ cấy đến ra hoa (trở bông) | 76 | 82 |
| | Số ngày của giai đoạn ra hoa | 13 | 13 |
| | Tổng số ngày | 119 | 125 |

Hiệu chỉnh mô hình Mô hình AquaCrop được sử dụng để mô phỏng ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết và sự thay đổi lượng nước tưới lên năng suất lúa; trong nghiên cứu này, các yếu tố (khác) tác động đến năng suất lúa ở vùng nghiên cứu (ví dụ: dịch bệnh, sâu hại và thiên tai) không được xem xét. Mô hình mô phỏng năng suất lúa được thiết kế bằng cách dựa vào các số liệu thu thập thực tế và giá trị các hệ số tham khảo theo FAO. Hệ số thu hoạch (Harvest index - HI) sẽ thay đổi theo từng mùa vụ do các đặc tính về điều kiện khí hậu của từng khu vực và kỹ thuật canh tác sẽ ảnh hưởng đến sự phát triển và năng suất cây trồng khác nhau. Do mỗi mùa vụ có năng suất khác nhau nên trong mô hình chỉ số thu hoạch (HI) được hiệu chỉnh để năng suất mô phỏng của các mùa vụ tương đương với năng suất thực tế [20]. Bảng 4 và Bảng 5 trình bày hiệu chỉnh hệ số thu hoạch của 02 vụ Đông Xuân và vụ Mùa theo năng suất thực tế năm 2019 [21] của các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

Bảng 4. Hệ số thu hoạch (HI) hiệu chỉnh vụ Đông Xuân theo năng suất thực tế năm 2019 của các huyện/thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Năng suất thực tế (tấn/ha) | Hệ số thu hoạch - HI hiệu chỉnh (%) | Năng suất mô phỏng (tấn/ha) | Sai số (%) |
|-----|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | TP. Tuyên Quang | 6,0 | 40 | 5,98 | 0,43 |
| 2 | Na Hang | 5,56 | 38 | 5,63 | 1,29 |
| 3 | Chiêm Hóa | 5,95 | 40 | 5,93 | 0,37 |
| 4 | Hàm Yên | 5,94 | 40 | 5,96 | 0,29 |
| 5 | Yên Sơn | 6,17 | 41 | 6,13 | 0,73 |
| 6 | Sơn Dương | 6,13 | 41 | 6,13 | 0,03 |
| 7 | Lâm Bình | 5,41 | 37 | 5,49 | 1,37 |

Bảng 5. Hệ số thu hoạch (HI) hiệu chỉnh vụ Mùa theo năng suất thực tế năm 2019 của các huyện/thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Năng suất thực tế (tấn/ha) | Hệ số thu hoạch - HI hiệu chỉnh (%) | Năng suất mô phỏng (tấn/ha) | Sai số (%) |
|-----|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | TP. Tuyên Quang | 5,6 | 38 | 5,67 | 1,36 |
| 2 | Na Hang | 5,65 | 38 | 5,67 | 0,48 |
| 3 | Chiêm Hóa | 5,73 | 38 | 5,67 | 1,05 |
| 4 | Hàm Yên | 5,9 | 40 | 5,98 | 1,34 |
| 5 | Yên Sơn | 5,72 | 38 | 5,67 | 0,91 |
| 6 | Sơn Dương | 5,78 | 38 | 5,67 | 1,92 |
| 7 | Lâm Bình | 5,46 | 37 | 5,52 | 1,23 |

Sai số giữa năng suất thực tế và năng suất mô phỏng ở cả 2 vụ của các huyện/ thành phố đều nhỏ hơn 5%. Như vậy, các hệ số thu hoạch - HI này có thể chấp nhận được để sử dụng làm dữ liệu để mô phỏng năng suất lúa cho tương lai.

2.3.4. Dữ liệu về chế độ quản lý nước và quản lý đồng ruộng

Phương pháp tưới của người dân địa phương là không đồng nhất nhau trong một mùa vụ; do vậy trong nghiên cứu này, phương pháp tưới được xây dựng dựa trên cách quản lý nước cho lúa trên ruộng theo TCVN 8641:2011 [22]. Mục nước trên mặt ruộng qua các giai đoạn phát triển của cây lúa được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Mục nước trên mặt ruộng qua các giai đoạn phát triển của cây lúa [22].

| Các giai đoạn phát triển | 1-7 ngày | 8-15 ngày | 16-68 ngày | 69-98 ngày | 99-128 ngày |
|--------------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|
| Mục nước (mm) | 10 | 30 | 50 | 70 | 0 |

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng sản xuất lúa hữu cơ trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang

Lịch sử sản xuất lúa hữu cơ tại tỉnh Tuyên Quang được triển khai từ năm 2019 và cho đến thời điểm hiện tại, diện tích sản xuất lúa hữu cơ vẫn còn hạn chế. Đến năm 2023, toàn bộ tỉnh chỉ có 10,7 ha lúa được sản xuất theo tiêu chuẩn hữu cơ. Trong tổng số này, có 5,7 ha đạt đủ điều kiện sản xuất và đã nhận được giấy chứng nhận theo các tiêu chuẩn hữu cơ (TVCV 11041-1-2017 và TCVN 11041-5:2018) [23], trong khi 05 ha còn lại đang là mô hình sản xuất lúa chất lượng theo hướng hữu cơ liên kết chặt chẽ với doanh nghiệp tiêu thụ sản phẩm được thực hiện tại Huyện Yên Sơn vào năm 2023 [24] và chưa được cấp chứng nhận sản xuất hữu cơ.

Bảng 7. Sản xuất lúa hữu cơ trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang năm 2021.

| ST T | Tên HTX/Mô hình | Địa điểm sản xuất | Số nông hộ tham gia sản xuất | Diện tích (ha) | Năng suất năm 2021 (tấn/ha) | Năm nhận được chứng nhận |
|-----------------|---|-------------------|------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | HTX Nông Lâm nghiệp Minh Thanh | Huyện Sơn Dương | 10 | 3,2 | 6,1 | 2021 |
| 2 | HTX Dịch vụ sản xuất chế biến nông lâm nghiệp Hợp Hòa | Huyện Sơn Dương | 25 | 2,5 | 6.4 | 2021 |
| Tổng/trung bình | | | 35 | 5,7 | 6.2 | |

Diện tích sản xuất lúa hữu cơ của tỉnh Tuyên Quang chủ yếu ở huyện Sơn Dương. Trong năm 2021, Năng suất lúa hữu cơ gần tương đương với năng suất lúa sản xuất thông thường (vụ đông xuân) của huyện năm (lúa hữu cơ: 6,2 tấn/ha, lúa thông thường 6,245 tấn/ha). Nhưng giá gạo hữu cơ trung bình lại cao hơn 150-170 % so giá gạo thông thường sản xuất tại địa phương (gạo hữu cơ 25.000-30.000 đồng/kg, gạo thông thường 15.000-18.000 đồng/kg). Điều này cho thấy tiềm năng về giá cả của gạo hữu cơ cao so với gạo thông thường.

3.2. Tính toán năng suất lúa hữu cơ theo các kịch bản biến đổi khí hậu

Từ các phương pháp nghiên cứu và số liệu được sử dụng, kết quả tính toán năng suất lúa hữu cơ theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 được trình bày trong bảng 8.

Năng suất lúa vụ Đông Xuân toàn tỉnh đều có xu hướng tăng ở tất cả các thời kỳ của cả 02 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 so với thời kỳ cơ sở. Theo kịch bản RCP 4.5, năng suất lúa toàn tỉnh Tuyên Quang tăng từ 5,41 tấn/ha vào đầu thế kỉ lên tới 6.02 tấn/ha vào giữa thế kỉ

và 6.42 tấn/ha vào cuối thế kỷ 21. Theo kịch bản RCP 8.5, năng suất lúa toàn tỉnh Tuyên Quang tăng từ 5,92 tấn/ha vào đầu thế kỉ lên tới 7,03 tấn/ha vào giữa thế kỉ và 7,24 tấn/ha vào cuối thế kỷ 21. Trong đó, TP. Tuyên Quang, huyện Yên Sơn và huyện Sơn Dương có mức tăng lớn nhất ở cả 02 kịch bản.

Bảng 8. Kết quả tính toán năng suất lúa Đông Xuân theo thời kỳ cơ sở và theo kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 của các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Năng suất lúa đông xuân (tấn/ha) | | | | | | | |
|-----------|-----------------|----------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|--|
| | | Thời kỳ cơ sở | Kịch bản RCP 4.5 | | | | Kịch bản RCP 8.5 | | |
| | | 1986-2005 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | |
| 1 | TP. Tuyên Quang | 4,99 | 5,61 | 6,14 | 6,41 | 6,17 | 7,09 | 7,31 | |
| 2 | Na Hang | 5,78 | 5,33 | 6,08 | 6,58 | 5,8 | 7,18 | 7,21 | |
| 3 | Chiêm Hóa | 5,32 | 5,33 | 6,08 | 6,58 | 5,8 | 7,18 | 7,21 | |
| 4 | Hàm Yên | 4,58 | 5,04 | 5,44 | 5,97 | 5,48 | 6,43 | 7,11 | |
| 5 | Yên Sơn | 5,43 | 5,61 | 6,14 | 6,41 | 6,17 | 7,09 | 7,31 | |
| 6 | Sơn Dương | 4,99 | 5,61 | 6,14 | 6,41 | 6,17 | 7,09 | 7,31 | |
| 7 | Lâm Bình | 5,78 | 5,33 | 6,08 | 6,58 | 5,8 | 7,18 | 7,21 | |
| Toàn tỉnh | | 5,27 | 5,41 | 6,02 | 6,42 | 5,92 | 7,03 | 7,24 | |

Theo bảng 9, Năng suất lúa vụ Mùa toàn tỉnh Tuyên Quang có xu hướng tăng ở tất cả các giai đoạn của cả 02 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 so với thời kỳ cơ sở. Theo kịch bản RCP 4.5, năng suất lúa toàn tỉnh Tuyên Quang tăng từ 6,01 tấn/ha vào đầu thế kỉ lên tới 6,34 tấn/ha vào giữa thế kỉ và 6,722 tấn/ha vào cuối thế kỷ 21. Theo kịch bản RCP 8.5, năng suất lúa toàn tỉnh Tuyên Quang tăng từ 6,11 tấn/ha vào đầu thế kỉ lên tới 6,70 tấn/ha vào giữa thế kỉ và 6,73 tấn/ha vào cuối thế kỷ 21. Trong đó, huyện Hàm Yên có mức tăng lớn nhất ở cả 02 kịch bản.

Bảng 9. Kết quả tính toán năng suất lúa Mùa theo các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 của các thành phố/huyện của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Năng suất lúa mùa (tấn/ha) | | | | | | | |
|-----------|-----------------|----------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|--|
| | | Thời kỳ cơ sở | Kịch bản RCP 4.5 | | | | Kịch bản RCP 8.5 | | |
| | | 1986-2005 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | |
| 1 | TP. Tuyên Quang | 5,19 | 6,04 | 6,42 | 6,76 | 6,13 | 6,83 | 6,81 | |
| 2 | Na Hang | 5,26 | 5,93 | 6,22 | 6,54 | 6,07 | 6,51 | 6,57 | |
| 3 | Chiêm Hóa | 5,08 | 5,93 | 6,22 | 6,54 | 6,07 | 6,51 | 6,57 | |
| 4 | Hàm Yên | 5,25 | 6,14 | 6,47 | 7,16 | 6,17 | 6,93 | 6,99 | |
| 5 | Yên Sơn | 5,02 | 6,04 | 6,42 | 6,76 | 6,13 | 6,83 | 6,81 | |
| 6 | Sơn Dương | 5,19 | 6,04 | 6,42 | 6,76 | 6,13 | 6,83 | 6,81 | |
| 7 | Lâm Bình | 5,26 | 5,93 | 6,22 | 6,54 | 6,07 | 6,51 | 6,57 | |
| Toàn tỉnh | | 5,18 | 6,01 | 6,34 | 6,72 | 6,11 | 6,7 | 6,73 | |

3.3. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến thay đổi năng suất lúa hữu cơ theo các kịch bản biến đổi khí hậu

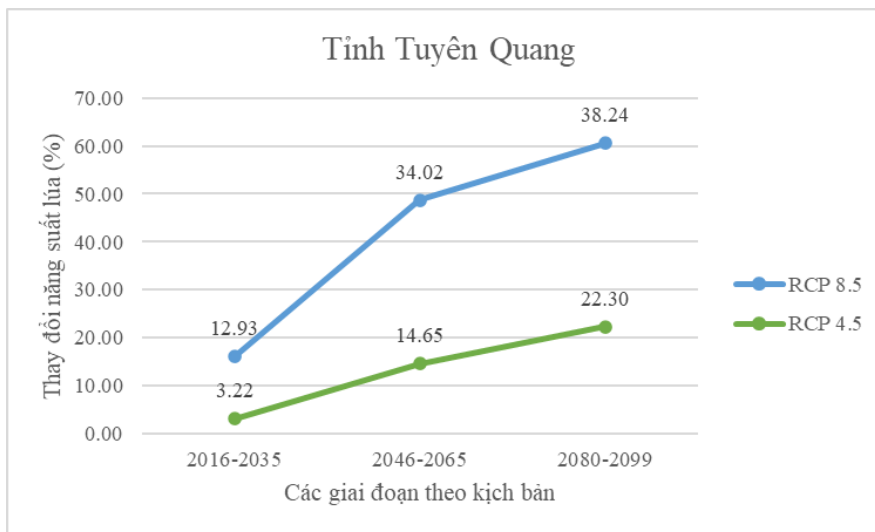
Từ kết quả tính toán sản lượng vụ Đông Xuân và vụ Mùa ở thời kỳ cơ sở 1986-2005 và các thời kỳ 2016-2035, 2046-2065, 2080-2099 của các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5, Theo đó, nghiên cứu sẽ đánh giá tác động của BĐKH đến năng suất lúa hữu cơ vụ Đông Xuân và vụ Mùa thông qua mức độ thay đổi năng suất lúa giữa các thời kỳ của các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 so với thời kỳ cơ sở. Xu thế thay đổi năng suất lúa hữu cơ vụ Đông Xuân của các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang được trình bày trong Bảng 10, Bảng 11 và Hình 2.

Bảng 10. Kết quả tính toán thay đổi năng suất lúa Đông Xuân (tấn/ha) theo các kịch bản biến đổi khí hậu của các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Thay đổi năng suất lúa đông xuân so với thời kỳ cơ sở (tấn/ha) | | | | | |
|-----|-----------------|--|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | | Kịch bản RCP 4.5 | | | Kịch bản RCP 8.5 | | |
| | | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 |
| 1 | TP. Tuyên Quang | 0,62 | 1,15 | 1,42 | 1,19 | 2,1 | 2,32 |
| 2 | Na Hang | -0,46 | 0,3 | 0,79 | 0,02 | 1,39 | 1,43 |
| 3 | Chiêm Hóa | 0,01 | 0,76 | 1,25 | 0,48 | 1,86 | 1,89 |
| 4 | Hàm Yên | 0,46 | 0,86 | 1,39 | 0,9 | 1,85 | 2,53 |
| 5 | Yên Sơn | 0,18 | 0,71 | 0,98 | 0,74 | 1,65 | 1,88 |
| 6 | Sơn Dương | 0,62 | 1,15 | 1,42 | 1,19 | 2,1 | 2,32 |
| 7 | Lâm Bình | -0,46 | 0,3 | 0,79 | 0,02 | 1,39 | 1,43 |
| | Toàn tỉnh | 0,14 | 0,75 | 1,15 | 0,65 | 1,76 | 1,97 |

Bảng 11. Kết quả tính toán thay đổi năng suất lúa Đông Xuân (%) theo các kịch bản biến đổi khí hậu của các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Thay đổi năng suất lúa Đông Xuân so với Thời kỳ cơ sở (%) | | | | | |
|-----|-----------------|---|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | | Kịch bản RCP 4.5 | | | Kịch bản RCP 8.5 | | |
| | | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 |
| 1 | TP. Tuyên Quang | 12,49 | 23,13 | 28,5 | 23,78 | 42,12 | 46,59 |
| 2 | Na Hang | -7,9 | 5,13 | 13,69 | 0,33 | 24,11 | 24,66 |
| 3 | Chiêm Hóa | 0,09 | 14,26 | 23,55 | 9,04 | 34,88 | 35,48 |
| 4 | Hàm Yên | 9,99 | 18,74 | 30,23 | 19,61 | 40,35 | 55,12 |
| 5 | Yên Sơn | 3,25 | 13,02 | 17,95 | 13,62 | 30,45 | 34,56 |
| 6 | Sơn Dương | 12,49 | 23,13 | 28,5 | 23,78 | 42,12 | 46,59 |
| 7 | Lâm Bình | -7,9 | 5,13 | 13,69 | 0,33 | 24,11 | 24,66 |
| | Toàn tỉnh | 3,22 | 14,65 | 22,3 | 12,93 | 34,02 | 38,24 |



Hình 2. Xu thế thay đổi năng suất lúa đông xuân tỉnh Tuyên Quang theo các kịch bản BĐKH.

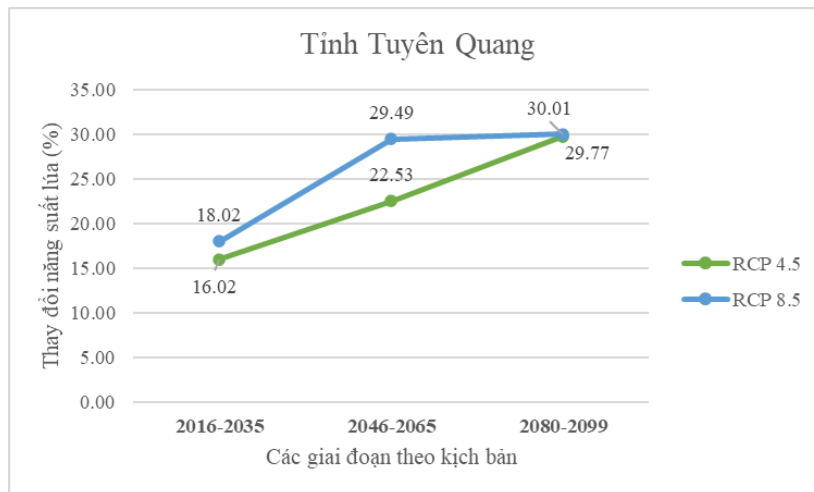
Năng suất lúa vụ Đông Xuân ở các huyện/thành phố của tỉnh Tuyên Quang có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ của cả 02 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Theo kịch bản RCP 4.5, năng suất lúa đông xuân toàn tỉnh Tuyên Quang có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ và tăng tới 22,3 % vào thời kỳ 2080-2099 so với thời kỳ cơ sở. Theo kịch bản RCP 8.5, năng suất lúa vụ Đông Xuân cũng có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ của kịch bản và lên tới 38,24 % ở cuối thế kỷ 21. Trong đó, huyện Hàm Yên có xu thế tăng và mức tăng cao nhất lên tới 30,23 % theo kịch bản RCP 4.5 và 55,12 % ở kịch bản RCP 8.5 ở giai đoạn 2080-2099.

Bảng 12. Kết quả tính toán thay đổi năng suất lúa Mùa (tấn/ha) theo các kịch bản biến đổi khí hậu cho các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Thay đổi năng suất lúa mùa so với thời kỳ cơ sở (tấn/ha) | | | | | |
|-----|-----------------|--|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | | Kịch bản RCP 4.5 | | | Kịch bản RCP 8.5 | | |
| | | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 |
| 1 | TP. Tuyên Quang | 0,85 | 1,23 | 1,56 | 0,94 | 1,63 | 1,62 |
| 2 | Na Hang | 0,67 | 0,97 | 1,28 | 0,81 | 1,25 | 1,31 |
| 3 | Chiêm Hóa | 0,85 | 1,15 | 1,46 | 0,99 | 1,43 | 1,49 |
| 4 | Hàm Yên | 0,89 | 1,22 | 1,91 | 0,92 | 1,68 | 1,74 |
| 5 | Yên Sơn | 1,02 | 1,4 | 1,73 | 1,11 | 1,8 | 1,79 |
| 6 | Son Dương | 0,85 | 1,23 | 1,56 | 0,94 | 1,63 | 1,62 |
| 7 | Lâm Bình | 0,67 | 0,97 | 1,28 | 0,81 | 1,25 | 1,31 |
| | Toàn tỉnh | 0,83 | 1,16 | 1,54 | 0,93 | 1,52 | 1,55 |

Bảng 13. Kết quả tính toán thay đổi năng suất lúa Mùa (%) theo các kịch bản biến đổi khí hậu cho các huyện/ thành phố của tỉnh Tuyên Quang.

| STT | Huyện/thành phố | Thay đổi năng suất lúa mùa so với Thời kỳ cơ sở (%) | | | | | |
|-----|-----------------|---|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | | Kịch bản RCP 4.5 | | | Kịch bản RCP 8.5 | | |
| | | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 | 2016-2035 | 2046-2065 | 2080-2099 |
| 1 | TP. Tuyên Quang | 16,32 | 23,65 | 30,1 | 18,05 | 31,44 | 31,15 |
| 2 | Na Hang | 12,75 | 18,39 | 24,32 | 15,46 | 23,74 | 24,88 |
| 3 | Chiêm Hóa | 16,75 | 22,58 | 28,72 | 19,55 | 28,12 | 29,3 |
| 4 | Hàm Yên | 16,99 | 23,26 | 36,37 | 17,53 | 32,07 | 33,19 |
| 5 | Yên Sơn | 20,23 | 27,8 | 34,47 | 22,02 | 35,86 | 35,55 |
| 6 | Son Dương | 16,32 | 23,65 | 30,1 | 18,05 | 31,44 | 31,15 |
| 7 | Lâm Bình | 12,75 | 18,39 | 24,32 | 15,46 | 23,74 | 24,88 |
| | Toàn tỉnh | 16,02 | 22,53 | 29,77 | 18,02 | 29,49 | 30,01 |



Hình 3. Xu thế thay đổi năng suất lúa mùa (%) của tỉnh Tuyên Quang theo các kịch bản BĐKH.

Năng suất lúa mùa ở tất cả các huyện/thành phố và toàn tỉnh Tuyên Quang cũng có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ của cả 02 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Theo kịch bản RCP 4.5, năng suất lúa Mùa toàn tỉnh Tuyên Quang có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ và tăng 29,77% vào thời kỳ 2080-2099 so với thời kỳ cơ sở. Huyện Hàm Yên có mức tăng cao nhất ở kịch bản RCP 4.5 tăng 36,37 %. Theo kịch bản RCP 8.5, năng suất lúa vụ mùa cũng có xu thế tăng và tăng tới 30,01 % (tương đương với 1,55 tấn/ha) ở cuối thế kỷ 21. Năng suất lúa mùa của Huyện Yên Sơn có xu thế không rõ rệt, tăng cao nhất ở giai đoạn giữa thế kỷ là 35,86 % và giảm nhẹ xuống 35,55 % ở giai đoạn cuối thế kỷ.

Kết quả nghiên cứu có sự tương đồng với kết quả nghiên cứu [25], sử dụng mô hình AquaCrop để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa của tỉnh Thái Bình. Theo kịch bản RCP 4.5, năng suất lúa vụ Đông xuân đều tăng qua các thời kỳ. Tuy nhiên, với kịch bản RCP 8.5, năng suất lúa tăng cao vào 2 thời kỳ cuối và giảm nhẹ ở thời kỳ đầu so với kịch bản cơ sở kết quả của nghiên cứu này cho thấy năng suất lúa gia tăng ở tất cả các thời kỳ của kịch bản RCP 8.5.

Trong khi đó, khi sử dụng mô hình DSSAT để đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến năng suất lúa ở tỉnh Quảng Nam theo các kịch bản BĐKH [26], kết quả của nghiên cứu cho thấy với kịch bản BĐKH RCP 4.5 vào cuối thế kỉ 21 năng suất lúa Đông Xuân có thể giảm đến 33% trong khi đó, năng suất lúa Hè Thu có thể giảm đến 49%. Kết quả này có sự khác nhau với kết quả của nghiên cứu của nhóm tác giả cho thấy rằng dự đoán về tác động của BĐKH theo mô hình cây trồng vốn không chắc chắn [27] và các mô hình cây trồng hiện nay rất khác nhau trong dự đoán về tác động của khí hậu [28].

4. Kết luận

Năng suất lúa hữu cơ của các huyện/thành phố của tỉnh Tuyên Quang ở vụ Đông Xuân và vụ Mùa đều có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ của 02 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 so với thời kỳ cơ sở. Theo kịch bản RCP 4.5, năng suất lúa hữu cơ toàn tỉnh vụ Đông Xuân sẽ tăng 23,3 % và tăng 29,77 % ở vụ Mùa. Theo kịch bản RCP 8.5, năng suất lúa hữu cơ toàn tỉnh vụ Đông Xuân sẽ tăng 38,24 % và tăng 30,01 % ở vụ Mùa vào cuối thế kỉ. Nghiên cứu còn một số hạn chế do các huyện Na Hang, Yên Sơn, Sơn Dương và Lâm Bình không có số liệu khí tượng và mưa ở thời kỳ cơ sở và số liệu mô phỏng theo các kịch bản BĐKH, việc sử dụng chung số liệu dẫn đến kết quả tính toán còn xuất hiện sự trùng lặp về số liệu.

Với những kết quả định lượng được tác động của BĐKH đến năng suất lúa hữu cơ của nghiên cứu này đã cho thấy tiềm năng suất của lúa hữu cơ của các huyện/ thành phố và toàn tỉnh Tuyên Quang. Điều này sẽ góp phần vào việc giúp các nhà hoạch định chính sách địa phương đưa ra những chính sách, kế hoạch phát triển lúa hữu cơ phù hợp để phát triển sản xuất lúa hữu cơ trở thành sản phẩm nông nghiệp chủ chốt có chất lượng cao của địa phương.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.T.L., H.T.T.N, T.T.C.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.T.L., T.T.C.; Xử lý số liệu: N.T.L., T.T.C.; Phân tích kết quả: N.T.L., N.T.C., T.T.C.; Viết bản thảo bài báo: N.T.L., N.T.C., T.T.C.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.L.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ khoanh vùng khu vực trồng trọt hữu cơ theo đặc trưng tài nguyên và môi trường tại vùng Trung du và miền núi Bắc bộ” có Mã số: TNMT.885.04.

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. IPCC. Forth Assessment Report (AR4 2007). 2007.
2. Bouman, B.A.M. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity. *Int. Rice Res. Inst.* **2007**, 8, 54.
3. Kaini, S.; Harrison, M.T.; Gardner, T.; Nepal, S.; Sharma, A.K. The impacts of climate change on the irrigation water demand, grain yield, and biomass yield of wheat crop in Nepal. *Water* **2022**, 14(17), 2728.
4. Van Oort, P.A.; Zwart, S.J. Impacts of climate change on rice production in Africa and causes of simulated yield changes. *Global Change Biol.* **2018**, 24(3), 1029–1045.

5. Specka, X.; Nendel, C.; Wieland, R. Analysing the parameter sensitivity of the agroecosystem model MONICA for different crops. *Eur. J. Agron.* **2015**, 71, 73–87.
6. Xu, Q.; Fox, G.; McKenney, D.W.; Parkin, G.; Li, Z. A Bio-economic crop Yield Response (BecYR) Model for corn and Soybeans in ontario, canada for 1959–2013. *Sci. Rep.* **2020**, 10(1), 7006.
7. Ansari, A.; Pranesti, A.; Telaumbanua, M.; Alam, T.; Wulandari, R.A.; Nugroho, B.D.A. Evaluating the effect of climate change on rice production in Indonesia using multimodelling approach. *Heliyon* **2023**, 9(9), e19639.
8. Thành, V.D.; Hương, T.T.L. Tổng quan các mô hình đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến nông nghiệp và hướng nghiên cứu với Việt Nam. *Tạp chí Kinh tế và Phát triển* **2020**, 278(11), 58–64.
9. Ủy ban nhân dân tỉnh Tuyên Quang. Báo cáo quy hoạch tỉnh Tuyên Quang thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, 2021.
10. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Tuyên Quang. Việc xây dựng, cập nhật kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến 2050 của tỉnh Tuyên Quang, 2019.
11. Liễu, N.T.; Tiến, N.Đ. Nghiên cứu phân vùng khí hậu nông nghiệp phục vụ mục đích chuyển đổi cơ cấu cây trồng tỉnh Tuyên Quang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, 726, 68–75.
12. Raes, D.; Steduto, P.; Hsiao, et al. AquaCrop version 6.0 - 6.1 reference manual June. FAO, Rome, Italy. 2018.
13. Qui, N.V.; Linh, T.; Giang, N.; Hung, N.N. Application of crop water model (AquaCrop) in alluvial rice fields at Mekong Delta. Science and Technology Journal of Agriculture and Rural Development. Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam. 2014, pp. 48–54.
14. Geneille, E.G.; Yu-Min, W. Assessment of FAO aquacrop model for simulating maize growth and productivity under deficit irrigation in a tropical environment, 2016.
15. Abdul-Ganiyu, S.; Kyei-Baffour, N.; Agyare, W.A.; Dogbe, W. Evaluating the effect of irrigation on paddy rice yield by applying the AquaCrop model in Northern Ghana. Strategies for Building Resilience against Climate and Ecosystem Changes in Sub-Saharan Africa, 2018, pp. 93–116.
16. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản biến đổi khí hậu 2020, 2022.
17. IPCC. Annex II: Climate System Scenario Tables (Prather, M., G. Flato, P. Friedlingstein, C. Jones, J.F. Lamarque, H. Liao and P. Rasch (eds.)). Proceeding of the Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Stocker, T.F., D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
18. Raes, D.; Steduto, P.; Hisao, T.; Fereres, E. Reference manual AquaCrop version 7.0, FAO, Rome. 2023.
19. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Báo cáo đánh giá khí hậu quốc gia, 2021.
20. Steduto.; Pasquale, et al. Crop yield response to water. Rome: FAO, 2012, 1028.
21. Cục thống kê tỉnh Tuyên Quang. Niên giám thống kê tỉnh Tuyên Quang, 2022.
22. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. TCVN 8641: 2011 Công trình thủy lợi kỹ thuật tưới tiêu nước cho cây lương thực và cây thực phẩm, 2011.
23. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Thông tin các đơn vị được cấp giấy chứng nhận sản xuất lúa hữu cơ tại tỉnh Tuyên Quang, 2021.
24. Thư, Đ. Sản xuất lúa chất lượng theo hướng hữu cơ gắn với doanh nghiệp tiêu thụ sản phẩm, 2023. Trục tuyến: <https://baotuyenquang.com.vn/san-xuat-lua-chat-luong->

theo-huong-huu-co-gan-voi-doanh-nghiep-tieu-thu-san-pham-180737.html (ngày 23 tháng 04 năm 2024).

25. Minh, T.T.T.; Hòe, V.T. Tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa tại tỉnh Thái Bình, *Tap chí khoa học Tài nguyên và Môi trường* **2020**, (34), 47–54.
26. Liễu, N.T.; Giang, N.T. Biến đổi khí hậu và năng suất lúa ở tỉnh Quảng Nam. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2016**, 667, 21–26.
27. Campbell, B.M.; Vermeulen, S.J.; Aggarwal, P.K.; Corner-Dolloff, C.; Girvetz, E.; Loboguerrero, A.M.; Villegas, J.R.; Rosenstock, T.; Sebastian, L.; Thornton, P.K.; Wollenberg, E. Reducing risks to food security from climate change. *Global Food Secur.* **2016**, 11, 34–43.
28. Tao, F.; Palosuo, T.; Rötter, R.P.; Díaz-Ambrona, C.G.H.; Mínguez, M.I.; Semenov, M.A., ... Schulman, A.H. Why do crop models diverge substantially in climate impact projections? A comprehensive analysis based on eight barley crop models. *Agric. For. Meteorol.* **2020**, 281, 107851.

Assessing the impact of climate change on organic rice productivity in Tuyen Quang province

Nguyen Thi Lieu^{1*}, Nguyen The Chinh¹, Tran Trung Cuong², Nguyen Van Dai¹, Ta Thi Ngoc Ha³

¹ Institute of Hydrology and Meteorology Science and Climate Change (IMHEN);
lieuminh2011@gmail.com; thechinhnguyen@gmail.com; nguyendai.tv@gmail.com

² Vietnam National University, Hanoi School of Interdisciplinary Sciences and Arts;
cuongtranws@gmail.com

³ Institute of Management for Agricultural and Rural Development;
tangocha179@gmail.com

Abstract: Organic rice production began in Tuyen Quang province in 2019 with several pilot projects, since then, significant advancements have been made, enhancing food security and reducing poverty for the locals. However, organic rice production is currently facing numerous obstacles, including both external and internal factors, of which climate change stands out as a critical concern that can negatively impact future organic rice yields in the entire region of Tuyen Quang province. Projections based on climate change scenarios indicate that, under both RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios, rice yields in all districts/ cities of Tuyen Quang are expected to rise in both seasons compared to the baseline period. Specifically, under the RCP 4.5 scenarios, rice yields are predicted to increase by 23.3% in the Winter-Spring season and 29.77% in the major cropping season by the end of the century. The RCP 8.5 scenarios forecasts even greater increases of 38.24% in the Winter-Spring season and 30.01% in the major cropping season by the end of the century.

Keywords: Organic rice productivity; Climate change; Tuyen Quang; RCP 4.5, RCP 8.5.