

Thích ứng với biến đổi khí hậu trong sản xuất lúa của nông hộ tại các vùng thấp trũng, tỉnh Thừa Thiên Huế

Đỗ Thị Hằng*, Nguyễn Văn Chung**, Nguyễn Trọng Dũng***, Lê Thị Hoa Sen****

Nhận ngày 27 tháng 4 năm 2025. Chấp nhận đăng ngày 22 tháng 9 năm 2025.

Tóm tắt: Nghiên cứu được triển khai thông qua khảo sát 149 hộ trồng lúa, phỏng vấn sâu 9 người am hiểu và 2 cuộc thảo luận nhóm tại hai xã Quảng Thành và Quảng Thọ, huyện Quảng Điền. Kết quả nghiên cứu cho thấy lụt, hạn, gió lốc kèm mưa lớn là những hiện tượng thời tiết tác động lớn nhất đến sản xuất lúa. Biến đổi khí hậu (BĐKH) không chỉ làm giảm năng suất mà còn làm tăng chi phí sản xuất. Nông hộ ở địa bàn nghiên cứu đã áp dụng đa dạng chiến lược thích ứng để giảm thiểu thiệt hại, gồm sử dụng giống lúa chịu hạn, điều chỉnh kỹ thuật canh tác, điều chỉnh lịch mùa vụ, đẩy mạnh cơ giới hóa và cải thiện quản lý sản xuất. Tuy nhiên, BĐKH vẫn còn là rủi ro lớn. Nghiên cứu này đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao năng lực thích ứng của nông hộ, hướng tới một hệ thống sản xuất lúa bền vững trước những diễn biến khó lường của BĐKH.

Từ khoá: Biến đổi khí hậu, sản xuất lúa, thích ứng, vùng thấp trũng.

Phân loại ngành: Xã hội học

Abstract: The research was conducted through a survey of 149 rice farming households, in-depth interviews with nine key informants, and two focus group discussions at the two communes of Quảng Thành and Quảng Thọ, Quảng Điền District. Results of the study showed that floods, droughts, and strong winds with heavy rainfall were the weather phenomena that had the greatest impact on rice production. Climate change not only reduces productivity but also increases production costs. The farming households in the study area have implemented various adaptation strategies to minimize damage, including using drought-resistant rice varieties, adjusting farming techniques, modifying cropping calendars, promoting mechanization, and improving production management. However, climate change remains a major risk for rice. This study proposes solutions to enhance the adaptive capacity of farming households, aiming for a sustainable rice production system in the face of unpredictable climate change developments.

Keyword: Climate change, rice production, adaptation, low-lying areas.

Subject classification: Sociology

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu đã và đang gây ra những tác động tiêu cực trên phạm vi toàn cầu, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường cũng như sự phát triển kinh tế - xã hội của tất cả quốc gia trên toàn cầu (Tol, 2018). Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi BĐKH, trong đó ngành nông nghiệp, vốn là trụ cột quan trọng của nền kinh tế, chịu tác động đáng kể (Nguyễn Thị Huệ, 2024). Các hiện tượng thời tiết cực đoan như nắng nóng kéo dài, bão, lũ lụt, hạn hán ngày càng diễn biến phức tạp, gia tăng về tần suất và cường độ (Lê Thị Hoa Sen và cộng sự, 2017). Những tác động này không chỉ thu hẹp diện tích đất canh tác mà còn làm gia tăng dịch hại, giảm năng suất và chất lượng cây trồng, ảnh hưởng trực tiếp đến thu nhập và sinh kế của người nông dân. Dự báo trong tương lai, BĐKH sẽ tiếp tục gây ra những thiệt hại nghiêm trọng hơn đối với ngành nông nghiệp, đặt ra thách thức lớn trong việc đảm bảo an ninh lương thực và phát triển bền vững (Phùng Mai Lan, Nguyễn Ánh Tuyết, 2021).

*, ** Trường Chính trị Nguyễn Chí Thanh.

Email: lthsen@hueuni.edu.vn

, * Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

¹ Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 504.05-2023.02

Lúa là cây trồng chủ lực, đóng vai trò quan trọng trong chiến lược an ninh lương thực quốc gia (Nguyễn Văn Sánh, 2009). Điều kiện khí hậu thuận lợi cùng với kinh nghiệm sản xuất lâu năm của người nông dân đã tạo ra những chuyển biến tích cực trong sản xuất lúa, không chỉ đáp ứng nhu cầu tiêu dùng trong nước mà còn góp phần vào kim ngạch xuất khẩu nông sản của Việt Nam (Nguyễn Hoàng Tính, Lê Cảnh Dũng, 2024). Tuy nhiên, dưới tác động của BĐKH, sản xuất lúa ngày càng đối mặt với nhiều rủi ro như xâm nhập mặn, lũ lụt, hạn hán, rét đậm và rét hại. Những hiện tượng này không chỉ làm giảm diện tích gieo trồng, năng suất, mà còn gây suy thoái đất, gia tăng chi phí sản xuất và bùng phát dịch hại, ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu quả canh tác (Lê Thị Hoa Sen, 2017). Trước những thách thức trên, Chính phủ, các cơ quan quản lý và nông hộ đã triển khai các giải pháp nhằm thích ứng với BĐKH trong sản xuất lúa. Cụ thể, các giống lúa chịu hạn, chịu mặn và thích ứng với điều kiện thời tiết khắc nghiệt đã được nghiên cứu, chọn lọc và đưa vào sản xuất nhằm cải thiện năng suất và chất lượng lúa (Nguyễn Thị Thanh Thảo và cộng sự, 2013). Đồng thời, các mô hình canh tác tiên tiến như cơ giới hóa, tưới khô ẩm xen kẽ, sử dụng phân bón theo quy chuẩn cũng đang được áp dụng nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất và giảm thiểu rủi ro do BĐKH (Nguyễn Thị Ngọc Anh, 2019).

Các nghiên cứu trước cũng cho thấy rằng mức độ cũng như khía cạnh tác động của BĐKH đến sản xuất nông nghiệp mang tính chất vùng miền và chiến lược thích ứng của người dân phụ thuộc vào năng lực của hộ và địa phương (Lê Thị Hoa Sen và cộng sự, 2020; van der Geest & van den Berg, 2021). Các vùng thấp trũng ở tỉnh Thừa Thiên Huế cũng là những địa bàn trọng điểm lúa của tỉnh. Trước các diễn biến phức tạp của BĐKH, việc tiến hành nghiên cứu các biểu hiện và tác động của BĐKH đến sản xuất lúa cũng như các chiến lược thích ứng của nông hộ là rất cần thiết nhằm cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn để đề xuất các giải pháp thích ứng BĐKH phù hợp, hiệu quả, giảm thiểu thiệt hại và đảm bảo sự phát triển bền vững của cây lúa trên địa bàn tỉnh.

2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1. Điểm nghiên cứu

Huyện Quảng Điền được chọn làm điểm nghiên cứu. Đây là vùng có diện tích lúa lớn của tỉnh nhưng cũng là vùng thấp trũng, là rốn lũ về mùa mưa. Điểm khảo sát là hai xã Quảng Thành và Quảng Thọ. Đây là hai xã trọng điểm, nơi có hầu hết diện tích đất tự nhiên là đất lúa và lúa cũng là nguồn sinh kế quan trọng của người dân hai xã. Hoạt động trồng lúa đã được nông hộ ở đây thực hiện từ lâu đời và diện tích sản xuất lúa nằm trong nhóm dẫn đầu của cả huyện. Việc chọn hai xã làm điểm nghiên cứu cũng là kết quả tham vấn của chính quyền địa phương bởi một số vùng thấp trũng trên địa bàn là nơi phát triển các giống lúa có năng suất, sản lượng cao đáp ứng nhu cầu lương thực cho người dân tại địa phương.

2.2. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên việc phân tích nhận thức, quan điểm và đánh giá của người tham gia trồng lúa và các tác nhân liên quan về tác động của biến đổi khí hậu đến hoạt động sản xuất lúa. Những biểu hiện của tác động này được chính những người tham gia giải thích và phân tích để xây dựng các chiến lược thích ứng phù hợp. Cách tiếp cận này cho phép khai thác cả các yếu tố tự nhiên, kinh tế, xã hội, và kỹ thuật, cũng như phản ánh chân thực nhận thức, hành vi ứng phó của người trồng lúa trước những rủi ro khí hậu ngày càng gia tăng.

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp hỗn hợp - kết hợp giữa định lượng và định tính nhằm tăng cường độ tin cậy và chiều sâu cho kết quả nghiên cứu. Phương pháp định lượng cho phép đo lường và lượng hóa các hiện tượng thông qua các chỉ số cụ thể, trong khi phương pháp định tính đóng vai trò bổ trợ, giúp lý giải, minh họa và làm rõ các kết quả định lượng. Việc phối hợp hai phương pháp này giúp người nghiên cứu không chỉ thu thập được các dữ liệu mang tính khái quát mà còn hiểu rõ hơn bối cảnh và nguyên nhân của các hiện tượng được khảo sát (Chenail, 2011; Mohajan, 2020).

2.3. Phương pháp thu thập thông tin

Thông tin định lượng được thu thập thông qua khảo sát 149 nông hộ trồng lúa tại hai xã

Quảng Thọ và Quảng Thành, với dung lượng mẫu lần lượt là 70 và 79 hộ, nhằm bảo sự cân đối giữa 2 xã trong việc so sánh các kết quả nghiên cứu. Nghiên cứu này vận dụng nguyên lý của định lý giới hạn trung tâm của Stark (2017) để xác định cỡ mẫu phù hợp. Nguyên lý này cho rằng khi kích thước mẫu đạt từ 30 trở lên, phân phối của giá trị trung bình mẫu có xu hướng tiệm cận phân phối chuẩn, bất kể hình dạng phân phối của tổng thể. Điều này cho phép sử dụng các phương pháp thống kê suy luận đảm bảo độ tin cậy trong kết quả nghiên cứu.

Các hộ khảo sát được chọn theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên đơn giản từ danh sách hộ sản xuất lúa do UBND xã cung cấp. Thông tin được thu thập liên quan đến các đặc điểm sản xuất lúa của hộ, các biểu hiện và tác động của BĐKH đến hoạt động sản xuất lúa, các biện pháp thích ứng BĐKH của nông hộ.

Nghiên cứu tiến hành thu thập thông tin định tính dựa trên phỏng vấn sâu 9 người am hiểu, cán bộ nông nghiệp cấp huyện và cấp xã để tìm hiểu về tình hình sản xuất lúa tại địa phương, những biểu hiện thiên tai, những thuận lợi và khó khăn của các nông hộ sản xuất lúa trong việc ứng phó với BĐKH. Hai cuộc thảo luận nhóm được thực hiện tại hai xã, với sự tham gia của 15 nông hộ sản xuất lúa và cán bộ địa phương, nhằm tìm hiểu lịch thời vụ, các biểu hiện của BĐKH và các biện pháp thích ứng trong hoạt động sản xuất lúa. Ngoài ra, nghiên cứu còn tiến hành thu thập các thông tin thứ cấp liên quan đến diễn biến thiên tai hàng năm, những thiệt hại trong hoạt động sản xuất nông nghiệp và sản xuất lúa, các chính sách thích ứng với BĐKH tại địa phương và các ban ngành liên quan tỉnh Thừa Thiên Huế. Thông tin được thu thập thông qua các báo cáo kinh tế xã hội, báo cáo đánh giá công tác phòng chống thiên tai của các cấp chính quyền và các công trình nghiên cứu khoa học liên quan.

2.4. Phương pháp xử lý thông tin

Số liệu được tổng hợp và phân tích sử dụng phần mềm SPSS 20. Các chỉ tiêu về đặc điểm, diện tích, chi phí, được xử lý bằng các hàm thống kê mô tả như giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, tỷ lệ phần trăm và tần suất. Các giá trị này được so sánh giữa hai xã để thấy được sự khác biệt, nhằm cung cấp sự thông tin đa dạng và phong phú về tác động của biến đổi khí hậu đến hoạt động sản xuất lúa tại mỗi địa phương. Bên cạnh đó, các thông tin định tính được tổng hợp và phân tích theo từng chủ đề và nội dung nghiên cứu nhằm bổ trợ và giải thích thêm cho những thông tin định lượng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm kinh tế và xã hội của nông hộ nghiên cứu

Đặc điểm kinh tế và xã hội của nông hộ đóng vai trò quan trọng trong quyết định hiệu quả tổ chức sản xuất và năng lực ứng phó BĐKH của nông hộ. Bảng 1 thể hiện một số đặc điểm kinh tế và xã hội của nông hộ trồng lúa ở địa bàn nghiên cứu. Kết quả ở bảng 1 cho thấy tất cả các đặc điểm về kinh tế và xã hội của nông hộ nghiên cứu ở hai xã khá tương đồng, không có sự chênh lệch lớn. Tuổi của chủ hộ tham gia trồng lúa ở cả hai xã cao với khoảng 60 tuổi. Trình độ học vấn trung bình lớp 4 và lớp 6 lần lượt ở xã Quảng Thọ và Quảng Thành. Số khẩu bình quân mỗi hộ khoảng 4 đến 5 người, trong đó hầu hết nằm trong độ tuổi lao động với bình quân 3 lao động/hộ. Số năm kinh nghiệm trong sản xuất lúa của hộ ở hai điểm khảo sát trên 33 năm, điều này thể hiện sự gắn bó và am hiểu của nông hộ trong hoạt động này. Độ lệch chuẩn một số tiêu chí như độ tuổi, số năm kinh nghiệm và trình độ học vấn ở mức khá cho thấy có sự biến động đáng kể các chỉ tiêu nghiên cứu giữa các nông hộ trong xã. Tuy nhiên, với những đặc điểm nhân khẩu ở trên có thể thấy rằng, lực lượng lao động tham gia sản xuất lúa ở địa bàn nghiên cứu đang già hoá. Mặc dù có nhiều kinh nghiệm trong sản xuất lúa nhưng độ tuổi lao động cao, đa số sắp đến tuổi ngoài lao động và trình độ học vấn hạn chế đang là rào cản trong việc áp dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật vào sản xuất, đặc biệt trong bối cảnh hiện đại hoá, số hoá trong sản xuất nông nghiệp.

Bảng 1: Đặc điểm của nông hộ sản xuất lúa tại điểm nghiên cứu

Đặc điểm	ĐVT	Xã Quảng Thọ (N= 70)	Xã Quảng Thành (N=79)
Tuổi chủ hộ	Tuổi	59,13 ± 10,30	61,34 ± 10,50
Trình độ học vấn	Lớp	6,04 ± 2,80	4,24 ± 2,00
Số khẩu	Người	4,70 ± 1,77	4,97 ± 1,87
Số lao động	Người	3,27 ± 1,41	3,19 ± 1,51
Số năm kinh nghiệm trong SXNN	Năm	34,57 ± 11,14	33,15 ± 9,60
Thu nhập từ sản xuất lúa/năm/hộ	Triệu	38,5 ± 25,3	39,0 ± 38,7
Diện tích trồng lúa/ hộ	Sào	9,05 ± 7,30	9,25 ± 8,54
Năng suất bình quân	Tạ/sào	3,05 ± 0,20	3,08 ± 0,46
Diện tích lúa Hè -Thu	Sào	9,05 ± 7,96	9,25 ± 8,54
Năng suất Hè- Thu	Tạ/sào	3,0 ± 0,20	3,0 ± 0,46
Diện tích lúa Đông -Xuân	Sào	9,05 ± 7,30	9,25 ± 8,54
Năng suất lúa Đông -Xuân	Tạ/sào	3,50 ± 0,20	3,45 ± 0,46

Nguồn: Phỏng vấn hộ trồng lúa tại xã Quảng Thành và Quảng Thọ, 2024

Quy mô sản xuất lúa có sự tương đồng giữa hai xã với diện tích lúa bình quân hộ khoảng 9 Sào/hộ. Tất cả diện tích canh tác đều sản xuất hai vụ, Đông Xuân và Hè Thu. Do điều kiện thời tiết khắc nghiệt và nhiều bất lợi nên năng suất lúa vụ Hè Thu không ổn định và thấp hơn vụ Đông Xuân, với năng suất lần lượt là 3 tạ/sào ở vụ Hè Thu và 3,5 tạ/sào đối với vụ Đông Xuân.

Sản xuất lúa mang lại thu nhập cho hộ trung bình từ 38,5 triệu/hộ tại xã Quảng Thành và 39 triệu/hộ tại xã Quảng Thọ. Độ lệch chuẩn thu nhập khá cao cho thấy có sự biến động khá lớn về thu nhập từ lúa giữa các nông hộ trong cùng một địa bàn nghiên cứu. Sự biến động này một phần do sự khác biệt về diện tích sản xuất, mặt khác do giá bán biến động trong từng thời điểm hay tùy theo giống lúa được sản xuất ở các địa bàn khác nhau, đặc biệt ở Quảng Thành. Điều này phù hợp với kết quả thảo luận nhóm, người tham gia thảo luận cho rằng Quảng Thành sản xuất đa dạng các giống lúa khác nhau, trong đó có những giống lúa địa phương, dài ngày và giá bán lúa của những giống lúa này cao hơn các giống lúa mới.

3.2. Hiệu quả kinh tế trong sản xuất lúa của nông hộ

Hiệu quả sản xuất lúa tại địa bàn nghiên cứu được đánh giá thông qua các chỉ tiêu về chi phí, doanh thu và lợi nhuận. Hầu hết hộ dân mua vật tư từ hợp tác xã và với sự chỉ đạo tăng cường cơ giới hoá trong sản xuất nông nghiệp nói chung và sản xuất lúa nói riêng, quy trình kỹ thuật canh tác lúa ở địa bàn nghiên cứu khá đồng bộ. Do vậy, thông tin về chi phí, hiệu quả sản xuất được thu thập thông qua thảo luận nhóm. Bảng 2 thể hiện kết quả thảo luận của hai nhóm về hiệu quả sản xuất lúa năm 2023.

Bảng 2: Hiệu quả sản xuất lúa của nông hộ năm 2023

Chỉ tiêu	ĐVT	Xã Quảng Thọ	Xã Quảng Thành
Chi phí	triệu	1,06	1,11
- Làm đất	đồng/sào	0,12	0,15
- Giống		0,20	0,20
- Phân bón, bảo vệ thực vật		0,5	0,5
- Thủy lợi		0,11	0,11
- Thu hoạch		0,13	0,15
Doanh thu		3,5	3,8
Lợi nhuận		2,44	2,69

Nguồn: Kết quả thảo luận nhóm hộ trồng lúa và cán bộ xã tại xã Quảng Thành và Quảng Thọ, 2024

Kết quả bảng 2 cho thấy chi phí sản xuất lúa ở hai xã gần tương đương nhau với khoảng 1,06 - 1,11 triệu đồng mỗi sào. Các khoản chi bao gồm làm đất, giống, phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, thủy lợi và thu hoạch. Trong đó phân bón, và thuốc bảo vệ thực vật chiếm gần 50% tổng chi phí. Ở Quảng Thành, chi phí có cao hơn do địa hình và ruộng manh mún có thể do sử dụng các giống lúa khác nhau nên làm đất và thu hoạch không đồng bộ dẫn đến chi phí cao hơn. Doanh thu mỗi sào tương ứng 3,5 triệu ở Quảng Thọ và 3,8 triệu ở Quảng Thành và lợi nhuận tương đương 2,44 triệu/sào và 2,69 triệu/sào ở hai xã. Tuy nhiên, theo người dân, chi phí và lợi nhuận thu được là do chưa tính công lao động gia đình. Nếu tính công lao động thì hầu như sản xuất lúa không có lãi. Đặc biệt, khi giá lao động phổ thông cao do xu hướng di cư lao động ra khỏi nông thôn và xu hướng rời nông nghiệp để tham gia hoạt động phi nông nghiệp. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu trước đây của Nguyễn Văn Thành và cộng sự (2019) ở Thừa Thiên Huế và Nguyễn Quốc nghị & Bùi Văn Trịnh (2020) ở An Giang cho rằng thiếu hụt lao động và giá công lao động gia tăng đã ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất lúa và lợi nhuận.

3.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến hoạt động sản xuất lúa của nông hộ

3.2.1. Những biểu hiện của biến đổi khí hậu ở địa bàn nghiên cứu

Xác định các biểu hiện của BĐKH là cơ sở để nhận diện tính phức tạp và mức độ tác động đến hoạt động sinh kế của người dân ở mỗi địa phương. Việc nhận diện và đánh giá biểu hiện của các hiện tượng thời tiết cực đoan là cần thiết để đề xuất các giải pháp thích ứng và giảm thiểu rủi ro hiệu quả. Biểu hiện của BĐKH được nhận định thông qua tần suất, cường độ và tính thất thường của các hiện tượng thời tiết cực đoan. Bảng 3 thể hiện các hiện tượng thời tiết cực đoan ở địa bàn nghiên cứu:

Bảng 3: Các hiện tượng thời tiết cực đoan ở địa bàn nghiên cứu

Chỉ số (1 – 5)	Các hiện tượng thời tiết cực đoan									
	Lụt		Hạn hán		Gió, lốc kèm mưa lớn		Rét		Sương muối	
	Quảng Thọ	Quảng Thành	Quảng Thọ	Quảng Thành	Quảng Thọ	Quảng Thành	Quảng Thọ	Quảng Thành	Quảng Thọ	Quảng Thành
Cường độ	++++	+++++	+++	++	++++	+++++	+	+	++	+
Tần suất	++++	+++++	+++	+	++	+++	++	++	+	+
Thất thường	+++	+++	++	++	+++	+++++	++++	++++	++	++

Nguồn: Thảo luận nhóm hộ trồng lúa và cán bộ xã tại xã Quảng Thành và Quảng Thọ, 2024

Ghi chú: + Rất ít, ++ Ít, +++ Bình thường, ++++ Nhiều, +++++ Rất nhiều

Kết quả ở bảng 3 cho thấy năm hiện tượng thời tiết cực đoan xuất hiện tại địa bàn nghiên cứu, gồm lụt, hạn hán, gió lốc kèm mưa lớn, rét và sương muối. Trong đó, lụt là hiện tượng thể hiện tính cực đoan cao ở cả ba đặc tính là cường độ, tần suất và tính thất thường. Người dân ở cả hai xã đều cho rằng do địa phương là vùng thấp trũng nên lũ lụt xảy ra thường niên. Tuy nhiên, cường độ lụt ngày càng cao và xảy ra nhiều hơn, diện tích ngập úng và thời gian kéo dài hơn. Đặc biệt lụt không theo quy luật như trước, có lụt trái mùa và lụt xảy ra lớn hơn. Bên cạnh đó gió lốc kèm mưa lớn cũng là hiện tượng cực đoan mà người dân ở cả hai xã đưa ra các nhận diện cực đoan cao về cường độ, tần suất và tính thất thường. Theo người dân địa phương, gió lốc xảy ra thường xuyên hơn và có thể xảy ra bất kỳ thời điểm nào trong chu kỳ sản xuất lúa. Gió lốc kèm mưa lớn gây đổ ngã và ngập úng gây thiệt hại rất lớn. Điển hình là gió lốc kèm mưa lớn vụ Đông Xuân năm 2022 và Đông Xuân 2024 gây thiệt hại trên 50% ở một số địa bàn ở hai xã. Bên cạnh đó, hạn hán cũng là một mối đe dọa đáng kể đối với sản xuất nông nghiệp, đặc biệt ở Quảng Thọ một số khu vực hệ thống tưới tiêu chưa cải thiện nên thường xuyên thiếu hụt nước trong mùa khô. Rét, sương muối cũng là những hiện tượng thời tiết cực đoan được người dân ở hai xã đề cập. Rét ngày càng gia tăng nhưng rất thất thường. Có những năm rét đậm, rét hại kéo dài và thậm chí có sương muối làm

ảnh hưởng đến sinh trưởng phát triển của lúa, có nơi phải gieo trồng lại vừa tốn chi phí vừa ảnh hưởng mùa vụ. Sương muối là hiện tượng ít xảy ra, tần suất và cường độ không cao nhưng được người dân nhận định là hiện tượng rủi ro đối với sản xuất nông nghiệp nói chung và sản xuất lúa nói riêng trên địa bàn. Người dân cho rằng, với diễn biến của BĐKH như những năm gần đây thì tần suất diễn ra sương muối có thể tăng và khi có hiện tượng này thì khả năng thiệt hại rất cao.

3.2.2. Tác động của BĐKH đến hoạt động sản xuất lúa của nông hộ

Để phân tích các tác động của BĐKH đến sản xuất lúa, nghiên cứu tìm hiểu hiệu cụ thể hơn biểu hiện của từng hiện tượng thời tiết cực đoan ở địa bàn nghiên cứu và tác động của chúng đến quá trình sản xuất của lúa nông hộ. Kết quả thể hiện ở bảng 4. Qua bảng 4, có thể thấy rằng rủi ro do BĐKH có thể ảnh hưởng ở tất cả các giai đoạn của quá trình canh tác lúa kéo dài từ tháng 1-2 đến cuối năm. Vụ đông xuân là vụ chính của lúa ở địa bàn nghiên cứu nhưng rủi ro rất cao do tác động của gió, lốc xoáy kèm mưa lớn xảy ra thường xuyên, tập trung vào tháng 4, tháng 5 gây thiệt hại nghiêm trọng do đổ ngã. Vụ Đông Xuân cũng ngày càng gia tăng rủi ro của hiện tượng rét đậm, rét hại, sương muối (tập trung tháng 1 và tháng 2). Lúa Vụ hè thu cũng chịu các tác động các hiện tượng thời tiết cực đoan, gồm hạn đầu vụ, lụt sớm cuối vụ. Hạn kèm theo không khí nóng vào thời điểm trổ bông gây hiện tượng lép hạt, tỉ lệ hạt chắc thấp. Lụt xảy ra sớm hơn và thất thường gây ngập úng bình quân 0,5m đến 1m. Diện tích ngập úng và hư hại có năm lên đến trên 50%. Bên cạnh đó, gió lốc kèm mưa lớn kéo dài từ tháng 4 đến tháng 8, cũng gây rủi ro cho vụ hè thu. Hiện tượng này cũng làm gia tăng nguy cơ bùng phát bệnh đạo ôn, ảnh hưởng sinh trưởng phát triển, giảm năng suất và tăng chi phí sản xuất lúa. Ngoài ra, chi phí sản xuất tăng đáng kể (có năm tăng gấp 2 đến 3 lần) do hộ phải bổ sung phân bón, huy động thêm nhân công và sử dụng nhiều nhiên liệu hơn để bơm nước chống úng hoặc khắc phục thiệt hại. Đặc biệt đối với vụ hè thu, chi phí sản xuất gia tăng khi phải tăng cường bơm tưới cho lúa đầu vụ và tiêu úng cho lúa cuối vụ. Những phát hiện trên cũng tương đồng với các nghiên cứu của Nguyễn Thị Liễu và cộng sự (2024) và Van Oort, P.A., Zwart, S.J. (2018). Tuy nhiên, tần suất và mức độ tác động, mức độ thiệt hại tùy thuộc lớn vào điều kiện cụ thể của địa phương như tiểu vùng khí hậu, điều kiện địa hình, hạ tầng cơ sở và các chiến lược ứng phó tương ứng.

Bảng 4: Những tác động của BĐKH đến hoạt động sản xuất lúa ở địa bàn nghiên cứu

Hiện tượng thời tiết bất thường	Biểu hiện BĐKH	Tác động/ hậu quả
Lụt	- Mực nước ngập bình quân 0,5m đến 1m, một số vùng trên 1m. - Tháng 8,9 Bình quân 3 - 4 đợt/năm. - Diện tích lúa ngập úng hư hại nặng: 50%	- Ảnh hưởng xấu đến khả năng sinh trưởng của cây lúa - Thiệt hại nặng, mất sản lượng và thu nhập thấp cho nông hộ
Gió, lốc kèm mưa lớn	- Lúa đổ, gãy - Bệnh đạo ôn gia tăng do mưa thất thường - Thời điểm: tháng 4 - 8	- Giảm năng suất lúa. - Tăng chi phí sản xuất: phân, công, xăng dầu bơm nước gấp 2-3 lần
Hạn	- Ít hạt hoặc không có hạt do ở thời điểm trổ bông thiếu nước. - Xuất hiện vào tháng 4 - 8 (DL) - Nặng nhất tháng 5 - 6 (DL)	- Ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng phát triển của cây lúa - Lúa bị suy giảm năng suất mùa vụ và chất lượng, hạt lép nhiều
Rét	- Xuất hiện ở vụ đông xuân - Thời gian từ tháng 12 đến tháng 1 và 2 (DL)	- Cây lúa bạc lá, chậm phát triển

Sương muối	- Thường xuất hiện tháng 1, 2 và 3 - Cây lúa không phát triển được, phải hàng năm giai đoạn lúa trổ gieo cấy lại - Khoảng 2 - 3 năm xuất hiện 1 lần. - Chậm mùa vụ, tăng chi phí
------------	---

Nguồn: Thảo luận nhóm hộ trồng lúa và cán bộ xã tại xã Quảng Thành và Quảng Thọ, 2024

3.3. Hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu của nông hộ trong hoạt động sản xuất lúa

Thích ứng với các tác động của BĐKH trong sản xuất nông nghiệp là hoạt động không thể thiếu để đảm bảo sản xuất có hiệu quả. Việc tìm hiểu các hoạt động thích ứng của nông hộ là rất cần thiết để tổng hợp các chiến lược, các giải pháp mà cá nhân, nhóm hộ và các bên liên quan đang triển khai tại địa phương. Kết quả tổng hợp, phân tích các hoạt động thích ứng là cơ sở để xác định các giải pháp chính sách và thực tiễn đẩy mạnh áp dụng các giải pháp thích ứng hiệu quả và phù hợp với năng lực và điều kiện của địa phương trước các diễn biến ngày càng khó lường của BĐKH. Bảng 5 tổng hợp các hoạt động thích ứng với BĐKH trong sản xuất lúa của nông hộ ở địa bàn nghiên cứu.

Bảng 5: Hoạt động thích ứng BĐKH trong sản xuất lúa của nông hộ

Các hoạt động thích ứng	Xã Quảng Thành	Xã Quảng Thọ
Thay đổi giống lúa	- Bố trí giống lúa hợp lý theo từng diện tích và điều kiện tự nhiên của từng vùng. - Tuyển chọn một số giống lúa chịu hạn, ngăn ngày sinh trưởng tốt ở điều kiện vùng thấp trũng: Khang dân, TH5, JO2, và 4B.	- Bố trí các loại cây trồng theo địa hình để tối ưu hóa sản xuất. - Chọn các giống lúa chịu hạn tốt và thích hợp với điều kiện của địa phương: Khang dân, TH5, OM5451
Thay đổi kỹ thuật canh tác	- Linh động thay đổi thời vụ gieo trồng phù hợp điều kiện thời tiết. - Chủ động các biện pháp tiêu úng. - Đưa nước vào ruộng để giữ ẩm, tăng bón phân lân. - Tăng cường bón thúc phân kali để cây có thể tăng khả năng chống rét.	- Điều chỉnh thời gian gieo trồng theo điều kiện khí hậu từng năm. - Tăng cường hệ thống thoát nước để giảm thiểu ảnh hưởng của úng. - Bón phân cân đối và hợp lý để cây phát triển tốt hơn.
Sử dụng máy móc, công nghệ trong quá trình sản xuất	- Đầu tư cơ giới trong tiêu úng trong mùa mưa lụt và bơm tưới trong mùa hạn.. - Cơ giới hoá các khâu sản xuất để kịp thời tránh các hiện tượng thời tiết cực đoan, đặc biệt khâu thu hoạch.	- Đầu tư thêm hệ thống bơm nước tự động để chủ động tưới tiêu. - Áp dụng cơ giới hóa trong thu hoạch nhằm giảm chi phí lao động.
Sử dụng phân bón hợp lý	Sử dụng phân bón hữu cơ (cải tạo đất và bảo vệ nguồn nước)	Khuyến khích sử dụng phân bón hữu cơ kết hợp với phương pháp canh tác bền vững.
Nâng cao nhận thức của nông hộ	- Thường xuyên tham gia khoá tập huấn để tăng cường sự thích ứng BĐKH.	- Tổ chức các buổi hội thảo về ứng phó với BĐKH. - Lòng ghép thông tin về thời tiết cực đoan và ứng phó BĐKH vào các buổi sinh hoạt cộng đồng.
Cải thiện cơ sở hạ tầng	- Phát động các hoạt động tập thể như nâng cấp đê bao, bờ kè để chống ngập úng.	- Hỗ trợ xây dựng hệ thống kênh mương nội đồng để chủ động tưới tiêu.

Nguồn: Thảo luận nhóm hộ trồng lúa và cán bộ xã tại xã Quảng Thành và Quảng Thọ, 2024

Kết quả ở bảng 5 cho thấy, các hoạt động thích ứng của người dân tập trung vào các biện pháp kỹ thuật và nâng cao nhận thức nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực từ BĐKH. Cả hai địa phương đều áp dụng biện pháp tuyển chọn giống lúa có khả năng chịu hạn và thích ứng tốt với điều kiện sinh thái. Tuy nhiên, danh mục giống lúa có sự khác biệt khi Quảng Thành sử dụng các giống Khang Dân, TH5, JO2, và 4B, trong khi Quảng Thọ tập trung giống OM5451 bên cạnh Khang dân và TH5. Việc lựa chọn các giống lúa có khả năng thích ứng cao đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo năng suất ổn định, đặc biệt trong bối cảnh biến động khí hậu ngày càng gia tăng.

Kết quả bảng 5 cũng cho thấy việc điều chỉnh kỹ thuật canh tác cũng là chiến lược quan trọng để ứng phó với những bất ổn của thời tiết. Cả hai địa phương đều điều chỉnh thời vụ gieo trồng và thực hiện thu hoạch sớm nhằm giảm thiểu rủi ro do thiên tai. Quảng Thành tập trung vào các biện pháp tiêu úng, bón phân lân và bổ sung kali để tăng cường khả năng chống chịu của cây lúa, trong khi Quảng Thọ chú trọng vào cải thiện hệ thống thoát nước và điều chỉnh lịch gieo trồng linh hoạt theo diễn biến thời tiết. Điều này cho thấy sự khác biệt trong phương pháp tiếp cận, phản ánh điều kiện sinh thái đặc thù của từng khu vực. Đồng thời, cả hai xã đều đẩy mạnh ứng dụng cơ giới hóa nhằm tối ưu hóa nguồn lực và nâng cao hiệu suất lao động. Tại Quảng Thành, các hộ gia đình chủ động đầu tư từ 2-3 máy bơm nước trong mùa hạn hán và nhiệt độ cao, đồng thời thu hoạch theo hình thức hợp tác với HTX hoặc dịch vụ tư nhân. Trong khi đó, Quảng Thọ ưu tiên việc đầu tư hệ thống bơm nước tự động và mở rộng cơ giới hóa trong thu hoạch, giúp giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu và tối ưu hóa sản xuất.

Việc sử dụng phân bón hữu cơ cũng được áp dụng như một giải pháp bền vững nhằm cải thiện chất lượng đất và bảo vệ nguồn nước. Tuy nhiên, Quảng Thọ nhấn mạnh đến việc kết hợp phân bón hữu cơ với các phương pháp canh tác bền vững, trong khi Quảng Thành tập trung vào việc cải tạo đất nhằm duy trì độ phì nhiêu. Sự khác biệt này phản ánh định hướng chiến lược dài hạn của từng địa phương trong quản lý tài nguyên đất. Ngoài ra, các hoạt động nâng cao nhận thức cũng đóng vai trò quan trọng trong chiến lược thích ứng của cả hai xã. Trong khi Quảng Thành ưu tiên xây dựng đê bao, bờ kè chống ngập úng và tổ chức tập huấn về thích ứng với BĐKH, Quảng Thọ tập trung vào hội thảo nâng cao nhận thức và đầu tư hệ thống kênh mương nội đồng để chủ động tưới tiêu. Những chiến lược này góp phần tăng cường năng lực thích ứng và nâng cao khả năng chống chịu của cộng đồng nông hộ trước các tác động bất lợi của BĐKH. Nhìn chung, cả hai xã đều triển khai các chiến lược thích ứng với BĐKH thông qua cải tiến giống lúa, kỹ thuật canh tác, ứng dụng cơ giới hóa, sử dụng phân bón hợp lý và nâng cao nhận thức cộng đồng. Tuy nhiên, mỗi địa phương có sự điều chỉnh chiến lược phù hợp với điều kiện địa lý và sinh thái cụ thể. Việc so sánh các biện pháp này giúp đưa ra những gợi ý cho việc xây dựng chính sách hỗ trợ nông nghiệp bền vững, góp phần tăng cường khả năng thích ứng của hệ thống sản xuất nông nghiệp trong bối cảnh BĐKH.

3.4. Khó khăn và thách thức trong thực hiện giải pháp thích ứng của nông hộ

Ứng phó BĐKH trong sản xuất nông nghiệp đang đặt ra nhiều thách thức. Để nâng cao năng lực thích ứng của hệ thống sản xuất lúa cũng như năng lực ứng phó của nông hộ sản xuất lúa rất cần thiết phải tìm hiểu các rào cản trong việc triển khai các giải pháp thích ứng ở địa phương. Bảng 6 tổng hợp ý kiến của các bên tham gia thảo luận nhóm về các khó khăn và thách thức trong thực hiện giải pháp thích ứng BĐKH trong sản xuất lúa tại địa bàn nghiên cứu.

Bảng 6: Khó khăn và thách thức trong thực hiện giải pháp thích ứng với BĐKH đối với sản xuất lúa

Những khó khăn, thách thức	Quảng Thành (n=70) (%)	Quảng Thọ (n=79) (%)
Thiếu lao động có năng lực	35,7	40,5
Rủi ro của đầu tư/không hiệu quả	50,3	55,2
Thời tiết quá thất thường, khó đoán	65,4	70,1

Thiếu cơ sở/thiếu thông tin chính thống	40,8	35,7
Thiếu sự hướng dẫn của chuyên gia, cán bộ nông nghiệp	30,2	25,4
Tài chính hạn hẹp	45,6	50,8
Cạnh tranh từ những nguồn thu khác	20,9	25,3

Nguồn: Phỏng vấn hộ hộ trồng lúa tại xã Quảng Thành và Quảng Thọ 2024

Kết quả ở bảng 6 cho thấy, sự thất thường của thời tiết là thách thức lớn nhất đối với nông dân ở cả hai xã, với tỷ lệ hộ xác nhận mức rủi ro cao, thách thức lớn (65,4% tại Quảng Thành và 70,1% tại Quảng Thọ). Sự thất thường của thời tiết làm người dân có tâm lý bất an, lo lắng, thụ động trong đầu tư ứng phó. Đầu tư không hiệu quả và rủi ro trong đầu tư cũng là thách thức mà trên 50% số hộ khảo sát ở hai xã đề cập đến. Thông qua khảo sát hộ cũng như thảo luận nhóm, các ý kiến cho rằng đã đầu tư các giải pháp thích ứng nhưng tỷ lệ rủi ro cao, tỷ lệ thiệt hại vẫn chưa giảm. Một số hộ còn cho rằng hiệu quả đem lại so với đầu tư tăng thêm để thích ứng chưa cao, không tương ứng. Trong bối cảnh tài chính hạn hẹp của hộ thì ưu tiên đầu tư các hoạt động sinh kế khác thay vì đầu tư vào các giải pháp thích ứng trong sản xuất lúa. Đó cũng là lý do mà 45-50% số hộ ở hai xã đề cập đến tài chính hạn hẹp và trên 20% số hộ ở Quảng Thành và 25% số hộ ở Quảng Thọ cho rằng sự phát triển của các hoạt động phi nông nghiệp tạo nguồn thu nhập tiềm năng cho hộ dân vùng nông thôn nhưng cũng là rào cản cho chú trọng đầu tư vào nâng cao năng lực thích ứng trong sản xuất lúa.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng, thực hiện các giải pháp thích ứng đòi hỏi có lao động chất lượng, năng động, nắm bắt khoa học kỹ thuật, đặc biệt là các công nghệ kỹ thuật hiện đại. Việc quyết định các chiến lược thích ứng và triển khai các hoạt động thích ứng đòi hỏi có cơ sở khoa học, có các kênh thông tin chính thống, có kiểm nghiệm để mang tính khả thi và hiệu quả đối với điều kiện của vùng. Việc triển khai các giải pháp, chiến lược thích ứng cũng cần có sự hướng dẫn, chỉ đạo của các ban ngành liên quan để người nông dân tăng sự tự tin và tăng cường sự quan tâm đầu tư cho canh tác lúa trước các tác động của BĐKH. Tuy nhiên, thực tế lao động nông thôn đang già hoá, hầu hết nông dân trồng lúa là người già (khoảng 59-60 tuổi). Do vậy, trong việc tiếp cận khoa học công nghệ, việc tiếp thu cái mới, chuyển đổi để thích ứng thì nguồn lực lao động già trở thành rào cản lớn. Bên cạnh đó, thiếu các kênh truyền thông chính thống, thiếu sự hướng dẫn của các chuyên gia, các cán bộ nông nghiệp cũng là rào cản mà được nhiều người dân đề cập đến. Thiếu lao động chất lượng cao, tài chính hạn hẹp, rủi ro cao, thời tiết quá thất thường là những thách thức và rào cản mà các nghiên cứu trước ở trong và ngoài nước đề cập đến. Các rào cản liên quan đến các kênh thông tin chính thống, sự hướng dẫn cụ thể của các chuyên gia và sự cạnh tranh đầu tư với các ngành nghề, hoạt động dịch vụ khác là những phát hiện mới mang tính đặc thù của địa phương. Do đó, các bên liên quan cần chú trọng những yếu tố này để triển khai các chương trình, chính sách, các chiến lược ứng phó khả thi, hiệu quả hơn, đảm bảo sản xuất lúa ở các vùng thấp trũng bền vững hơn trong điều kiện BĐKH.

4. Kết luận và kiến nghị

Biến đổi khí hậu đã và đang ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất lúa, đặc biệt ở các vùng thấp trũng, gây giảm năng suất, tăng chi phí và làm gia tăng sâu bệnh. Mặc dù nông hộ đã áp dụng một số biện pháp thích ứng như chuyển đổi giống, điều chỉnh kỹ thuật canh tác, điều chỉnh mùa vụ và cơ giới hóa. Tuy nhiên, rủi ro do BĐKH đối với sản xuất lúa còn cao và việc triển khai các hoạt động thích ứng còn gặp không ít rào cản. Do đó, cần có những giải pháp hỗ trợ thiết thực để nâng cao khả năng thích ứng. Một số đề xuất gồm (1) Đẩy mạnh các kênh thông tin chính thống, bao gồm các kênh trực tiếp và gián tiếp để cung cấp thông tin về rủi ro BĐKH cũng như các giải pháp ứng phó phù hợp với điều kiện của vùng; (2) Đề xuất các chương trình

chính sách, khuyến khích lao động trẻ ở lại địa phương, tham gia vào sản xuất nông nghiệp. Các chính sách có thể liên quan đến tiếp cận đất đai, tiếp cận chương trình đào tạo ứng dụng công nghệ tiên tiến trong canh tác và quản lý sản xuất, tiêu thụ lúa gạo nhằm hiệu quả nhằm thu hút lao động trẻ; (3) Cần đầu tư nâng cấp hệ thống thủy lợi, đê bao nhằm kiểm soát nguồn nước tốt hơn và triển khai các chương trình tín dụng ưu đãi giúp nông hộ tiếp cận nguồn vốn đầu tư thiết bị sản xuất; (4) Việc nâng cao năng lực cho nông dân thông qua các chương trình đào tạo về kỹ thuật canh tác bền vững, ứng dụng công nghệ hiện đại, kết hợp với việc thúc đẩy mô hình hợp tác xã để chia sẻ kinh nghiệm cũng là giải pháp quan trọng.

Tài liệu tham khảo

- Chenail, R. J. (2011). Ten Steps for Conceptualizing and Conducting Qualitative Research Studies in a Pragmatically Curious Manner. *Qualitative Report*. 16(6), 1713-1730. <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR16-6/chenail.pdf>
- Lê Thị Hoa Sen, Nguyễn Thị Minh Thư, Nguyễn Văn Chung. (2017). Thích ứng với biến đổi khí hậu trong sản xuất lúa tại xã Vĩnh Giang, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*. 3B, 29 - 29.
- Mohajan, H. K. (2020). Quantitative research: A successful investigation in natural and social sciences. *Journal of Economic Development, Environment and People*. 9(4), 50-79. <https://doi.org/10.26458/jedep.v9i4.679>
- Nguyễn Thị Ngọc Anh. (2019). Tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính thông qua thay đổi nhận thức và hành vi của người nông dân về việc áp dụng các tiến bộ kỹ thuật trong trồng lúa tại ô bao thủy lợi xã Vị Thanh, huyện Vị Thủy, tỉnh Hậu Giang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi*. 1-7.
- Nguyễn Thị Huệ. (2024). Tác động của biến đổi khí hậu tới phát triển nông nghiệp và những giải pháp thích ứng của ngành nông nghiệp. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường* (50), 158-164.
- Phùng Mai Lan, Nguyễn Ánh Tuyết. (2021). Tác động của thiên tai và biến đổi khí hậu tới sản xuất nông nghiệp và thủy sản của hộ nông dân khu vực miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Thăng Long: khoa học ứng dụng*, (1), 47-60.
- Nguyễn Thị Liễu, Nguyễn Thế Chính, Trần Trung Cường, Nguyễn Văn Đại, Tạ Thị Ngọc Hà. (2024). Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới năng suất lúa hữu cơ tại tỉnh Tuyên Quang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*. 764, 66-77.
- Nguyễn Văn Thành, Nguyễn Thị Diệu Hiền, Châu Viết Dũng. (2019). Economic performance of rice production towards VietGAP in Phong Bình, Phong Dien, Thua Thien Hue. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*. Tập 128, số 3B. DOI: 10.26459/hueuni-jard.v128i3B.5078
- Nguyễn Quốc Nghi, Bùi Văn Trịnh. 2020. Cost efficiency and scale efficiency of rice farmers in An Giang province. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. Tập 02, số 7.
- Nguyễn Văn Sánh. (2009). An ninh lương thực quốc gia: nhìn từ khía cạnh nông dân trồng lúa và giải pháp liên kết vùng và tham gia "4 nhà" tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* (12), 171-181.
- Nguyễn Thị Thanh Thảo, Trần Nhân Dũng, Trần Thị Xuân Mai, Đỗ Tấn Khang. (2013). Tuyển chọn và tái sinh một số giống lúa có khả năng chịu mặn thích ứng với biến đổi khí hậu ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* (26), 104-111.
- Nguyễn Hoàng Tính, Lê Cảnh Dũng. (2024). Phân tích các nhân tố tác động đến kim ngạch xuất khẩu gạo của Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 60(1), 224-234.
- Stark, B. A (2017). Studying “moments” of the Central Limit theorem. *The Mathematics Enthusiast*, 14(1), 53-76. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1388>
- Tol, R. S. (2018). The Economic Impacts Of Climate Change. *Review Of Environmental Economics And Policy and Science*. 2. 773-776.
- Van Oort, P.A.; Zwart, S.J. (2018). Impacts of climate change on rice production in Africa and causes of simulated yield changes. *Global Change Biol*. 24(3), 1029-1045.