

KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU VỀ DỰ ĐOÁN NĂNG SUẤT LÚA DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI HỆ THỐNG TƯỚI NAM SÔNG MÃ

Lê Phương Đông¹
Dương Thanh Hải¹

Tóm tắt: Việt Nam là một trong 5 quốc gia trên thế giới chịu tác động nghiêm trọng nhất từ biến đổi khí hậu (BĐKH). Biến đổi khí hậu tác động đến nhiều lĩnh vực kinh tế trong đó có lĩnh vực nông nghiệp và sản xuất lương thực. Do đó việc dự đoán năng suất cây trồng, cụ thể là cây lúa, trong điều kiện BĐKH trong tương lai là rất quan trọng. Bài viết này giới thiệu kết quả nghiên cứu bước đầu khi xem xét các tác động của sự tăng nhiệt độ, thay đổi lượng mưa và tăng nồng độ CO₂ đến năng suất lúa tại hệ thống tưới Nam Sông Mã, huyện Yên Định, Thanh Hóa cho các giai đoạn 2013-2040, 2041-2070 và 2071-2099. Kết quả nghiên cứu cho thấy đối với kịch bản A2 cho đến năm 2099 năng suất lúa vụ hè thu và thu đông tăng lần lượt là 34% và 20% so với hiện tại. Trong khi đó những con số này đối với kịch bản B2 lần lượt là 19% và 14%.

Từ khóa: biến đổi khí hậu, downscaling, GCM-HADCM3, SDSM, AquaCrop, năng suất lúa, Nam Sông Mã.

1. MỞ ĐẦU

Theo đánh giá của World Bank, Việt Nam thuộc vào nhóm những nước chịu tác động nhiều nhất do biến đổi khí hậu (BĐKH) [1]. Một số nghiên cứu của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã chỉ ra khí hậu Việt Nam trong khoảng 50 năm qua diễn biến theo chiều hướng cực đoan, nhiệt độ trung bình năm đã tăng khoảng 0,5 ÷ 0,7°C, mực nước biển dâng lên khoảng 20 cm, lượng mưa tăng mạnh vào mùa lũ và giảm mạnh vào mùa kiệt, cường độ mưa tăng cao bất thường trong thời đoạn ngắn. Hệ quả kéo theo là các thiên tai tự nhiên như bão, lũ lụt và hạn hán xảy ra thường xuyên hơn với mức độ ngày càng khốc liệt [2].

Ở hầu hết các nước đang phát triển, sự phát triển của nền kinh tế quốc dân dựa chủ yếu vào nông nghiệp. Ảnh hưởng của hiện tượng trái đất nóng lên tới sản xuất nông nghiệp sẽ đe dọa tới sự phát triển của nền kinh tế - xã hội (KTXH) của quốc gia. Nền nông nghiệp phụ thuộc rất nhiều vào tài nguyên nước và điều kiện khí hậu. Tại các quốc gia mà kỹ thuật giảm nhẹ hạn hán và lũ lụt còn hạn chế, các nhân tố vật lý chính ảnh hưởng tới sự sản xuất nông nghiệp (đất đai, địa hình, thời tiết) ít phù hợp cho việc canh tác,

dẫn đến năng suất cây trồng sẽ cực kỳ nhạy cảm với sự biến đổi của khí hậu.

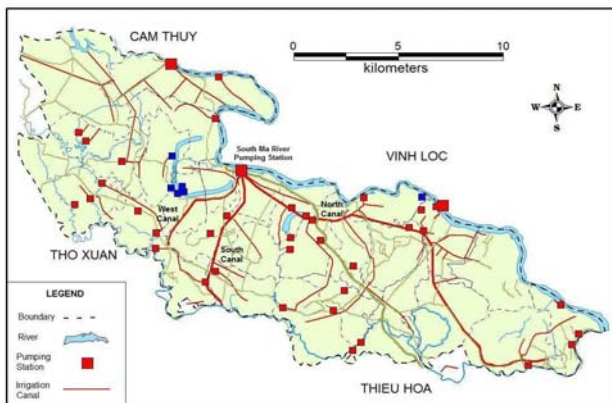
Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu bước đầu về đánh giá tác động của BĐKH, cụ thể là sự tăng nhiệt độ và thay đổi lượng mưa đến năng suất của cây lúa tại hệ thống tưới Nam Sông Mã, huyện Yên Định, tỉnh Thanh Hóa ứng với các kịch bản BĐKH đã được công bố gần đây.

2. GIỚI THIỆU VÙNG NGHIÊN CỨU YÊN ĐỊNH – THANH HÓA

Hệ thống tưới Nam sông Mã phụ trách tưới cho 3 huyện là: Yên Định, Thiệu Hoá và Thọ Xuân của tỉnh Thanh Hóa với tổng diện tích tưới là 19.300 ha đất canh tác nông nghiệp. Khu vực này được giới hạn bởi sông Mã ở phía Đông và phía Bắc, sông Chu ở phía Tây và phía Nam.

Địa hình khu vực này tương đối bằng phẳng, nguồn nước dồi dào, khí hậu thích hợp cho việc canh tác cây lúa. Thêm vào đó, người dân được nhận các chính sách hỗ trợ của nhà nước về giống, phân bón và được trung tâm khuyến nông tập huấn về các kỹ thuật canh tác tiên tiến, do đó khu vực này đã trở thành vùng sản xuất lúa trọng điểm của tỉnh Thanh Hóa.

¹ Trường Đại học Thủy Lợi



Hình 1. Hệ thống tưới Nam Sông Mã, huyện Yên Định, Thanh Hóa

3. CÔNG CỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Lựa chọn mô hình khí hậu toàn cầu GCMs (Global circulation models)

Mô hình khí hậu toàn cầu GCM là mô hình toán về toàn bộ sự lưu thông của bầu khí quyển và đại dương của trái đất dựa vào phương trình Navier-Stoke. Chúng cung cấp sự ước lượng đáng tin cậy về sự biến đổi khí hậu trong tương lai cho phạm vi rộng lớn.

Hiện nay có nhiều mô hình khí hậu GCM được phát triển bởi các viện nghiên cứu trên toàn thế giới. Các nghiên cứu vẫn đang được tiếp tục để hoàn thiện hơn sự làm việc của các mô hình GCM cũng như mô phỏng thêm các quá trình vật lý của hệ thống khí hậu.

Theo đề xuất của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) trong công tác nghiên cứu về biến đổi khí hậu, bài báo này lựa chọn mô hình GCM-HADCM3 để tính toán với các kịch bản A2 và B2.

3.2. Chi tiết hóa kết quả của mô hình khí hậu toàn cầu GCM (Downscaling of GCM)

Đây là quá trình chi tiết hóa kết quả đầu ra của các mô hình GCM là số liệu về khí hậu ở quy mô toàn cầu về số liệu khí hậu ở quy mô địa phương cụ thể. Có nhiều kỹ thuật được dùng để thực hiện việc chi tiết hóa này, ví dụ như: phương pháp số gia thay đổi, phương pháp động lực và phương pháp thống kê. Mỗi phương pháp đều có ưu và nhược điểm riêng. Phương pháp thống kê không đòi hỏi tính toán nhiều và dễ sử dụng. Vì vậy trong bài báo này phương pháp hồi quy dựa trên sự thống kê được tiến hành nhờ sử dụng mô hình

Statistical Downscaling Model (SDSM) phiên bản 4.2 [3]. Kết quả đầu ra của mô hình SDSM là chuỗi số liệu về nhiệt độ ngày và lượng mưa ngày theo các kịch bản A2 và B2.

3.3. Dự đoán năng suất lúa dưới ảnh hưởng của BĐKH

Nghiên cứu này sử dụng mô hình AquaCrop 4.0 để dự đoán năng suất (NS) lúa trong điều kiện BĐKH. AquaCrop là phần mềm mô phỏng sự phát triển của cây trồng, được phát triển bởi Bộ phận nghiên cứu về đất và nước của Tổ chức lương thực và nông nghiệp liên hợp quốc (FAO). Nó có khả năng mô phỏng NS cây trồng trong điều kiện thiếu nước, thiếu phân bón, đất bị nhiễm mặn, khí hậu thay đổi, tăng nồng độ CO₂,... [4].

3.4. Các giả thiết tính toán

Do hạn chế của mô hình AquaCrop là không mô phỏng được sự phá hoại của côn trùng, sâu bệnh, cũng như không mô phỏng được ảnh hưởng của thiên tai như bão lụt,...; bên cạnh đó, tình hình đáp ứng nhu cầu nước tưới cho cây trồng trong tương lai chưa xác định được nên trong phạm vi bài báo này đưa ra các giả thiết: cây lúa được cung cấp đủ nước, không chịu thiên tai bão lụt, không bị phá hoại bởi sâu bệnh.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Dự đoán điều kiện khí hậu cho tương lai

a. Dữ liệu đầu vào cho mô hình SDSM

Liệt số liệu khí tượng của trạm Yên Định được quan trắc từ năm 1971 đến nay, do đó các giai đoạn dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được xác định như sau:

- Giai đoạn hiệu chỉnh mô hình: 1971-1985;
- Giai đoạn kiểm định mô hình: 1986-2000.

b. Hiệu chỉnh mô hình SDSM

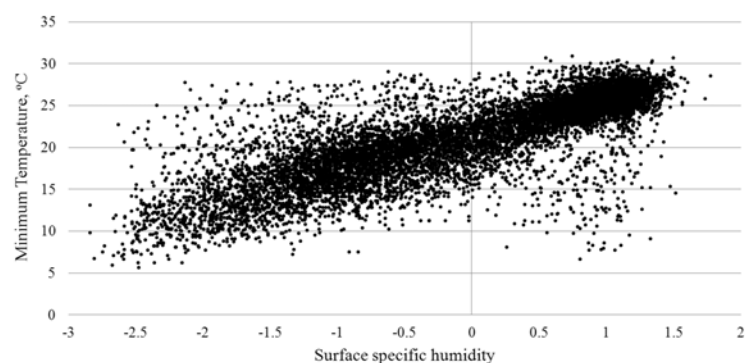
Để phục vụ cho việc hiệu chỉnh mô hình, dữ liệu quan trắc và phân tích của Trung tâm dự báo môi trường quốc gia của Mỹ (NCEP) về các biến dự báo đã được sử dụng, bao gồm dữ liệu trong 41 năm từ 1961-2001 [5]. Việc hiệu chỉnh mô hình bao gồm sự lựa chọn các biến dự báo thích hợp, có liên hệ rõ ràng với các biến được dự báo, được hoàn thành nhờ biểu đồ quan hệ và sự phân tích tương quan. Kết quả được thể

hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Lựa chọn các biến dự báo sử dụng cho hiệu chỉnh mô hình SDSM

Biến được dự báo	Biến dự báo	Hệ số tương quan	Partial R	P value
Nhiệt độ cao nhất	Mean sea level pressure	-0,720	-0,009	0,3655
	Surface meridional velocity	-0,769	-0,105	0,0000
	Surface divergence	0,757	0,042	0,0000
	Surface specific humidity	0,737	0,204	0,0000
	Surface specific humidity	0,713	0,162	0,0000
Nhiệt độ thấp nhất	Mean sea level pressure	-0,749	0,015	0,1646
	Surface meridional velocity	-0,707	-0,273	0,0000
	Surface vorticity	0,673	-0,018	0,0879
	Surface specific humidity	0,807	0,366	0,0000
	Mean temperature at 2m	0,767	0,224	0,0000
Mưa	500 hPa zonal velocity	-0,194	0,000	0,5634
	500 hPa vorticity	0,236	0,110	0,0000
	500 hPa wind direction	0,158	0,057	0,0000
	Relative humidity at 500 hPa	0,268	0,113	0,0000
	Relative humidity at 850 hPa	0,192	0,128	0,0000

Với việc sử dụng các biến dự báo, chức năng chuyển đổi được tạo ra cho mỗi biến được dự báo và sẽ được sử dụng cho việc kiểm định mô hình và tạo ra các kịch bản khí hậu trong tương lai.

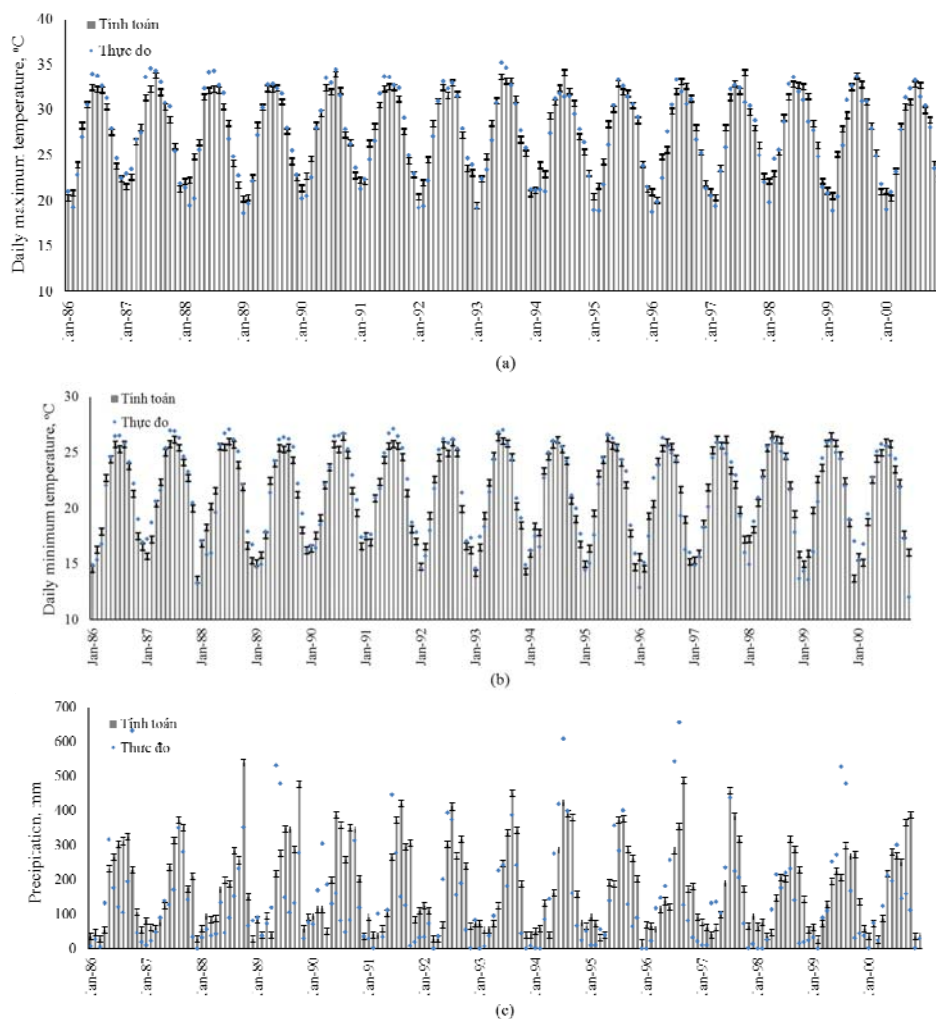


Hình 2. Biểu đồ quan hệ giữa nhiệt độ thấp nhất ngày và độ ẩm đặc trưng bề mặt

c. Kiểm định mô hình SDSM

Mô hình SDSM đã được hiệu chỉnh dựa trên liệt số liệu quan trắc từ năm 1971-1985. Mô

hình này đã được kiểm định lại dựa trên liệt số liệu từ 1986-2000.

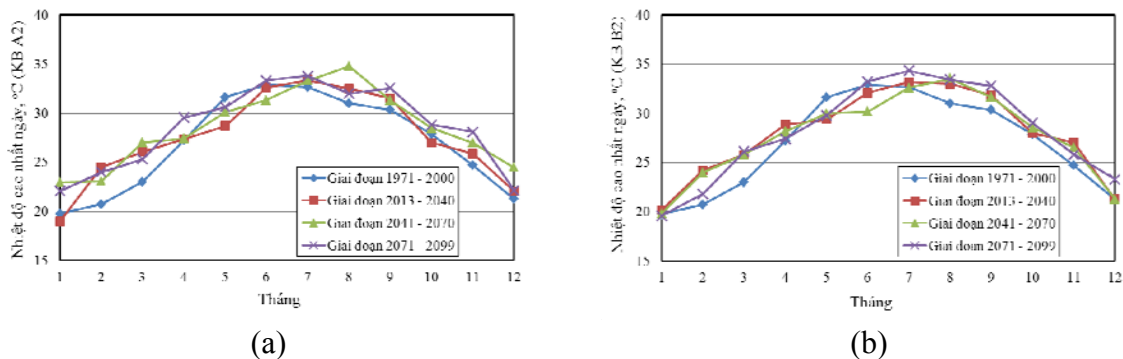


Hình 3. Kết quả kiểm định mô hình SDSM theo số liệu trạm khí tượng Yên Định: (a) giá trị trung bình tháng của nhiệt độ cao nhất từng ngày trong tháng; (b) giá trị trung bình tháng của nhiệt độ thấp nhất từng ngày trong tháng; (c) tổng lượng mưa tháng

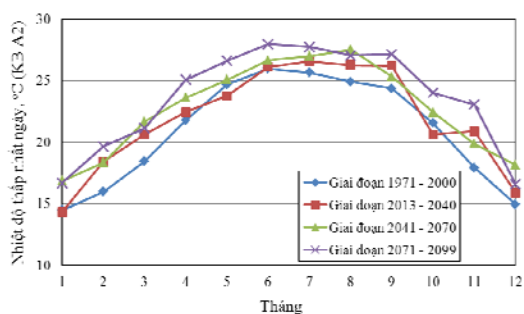
d. Dự đoán điều kiện khí hậu cho tương lai

Sử dụng mô hình SDSM đã được kiểm định để dự đoán khí hậu vùng Yên Định theo các kịch bản A2 và B2 cho các giai đoạn 2040s (2013-2040),

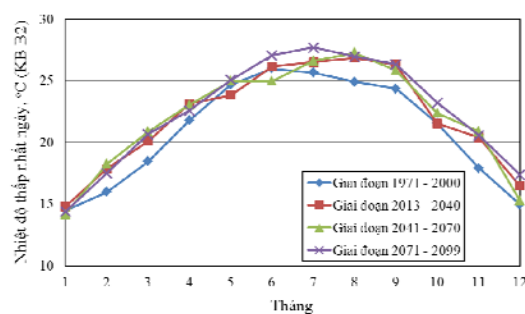
2070s (2041-2070), 2090s (2071-2099) và so sánh với giai đoạn nền 2000s (1971-2000) để xác định những sự biến đổi có thể xảy ra. Kết quả được thể hiện trên hình 4, 5 và 6.



Hình 4. Kết quả dự đoán giá trị trung bình tháng của nhiệt độ cao nhất từng ngày trong tháng: (a) theo kịch bản A2; (b) theo kịch bản B2



(a)



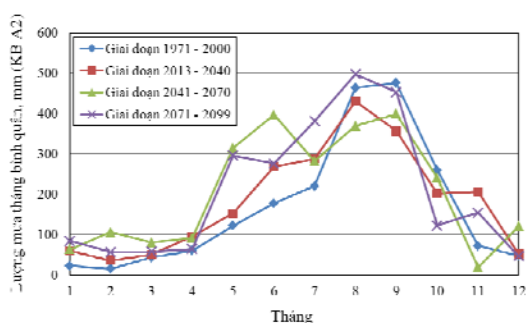
(b)

Hình 5. Kết quả dự đoán giá trị trung bình tháng của nhiệt độ thấp nhất từng ngày trong tháng:

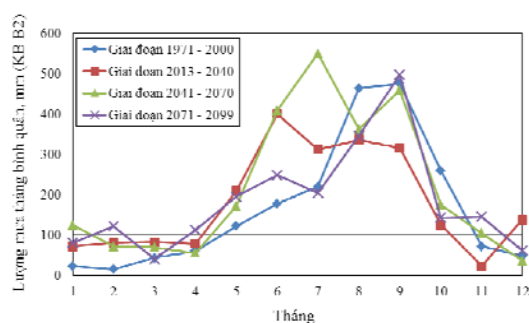
(a) theo kịch bản A2; (b) theo kịch bản B2

Hình 4 và hình 5 cho thấy đến năm 2099 nhiệt độ cao nhất ngày tăng bình quân $1,61^{\circ}\text{C}$ theo kịch bản A2 và $1,13^{\circ}\text{C}$ theo kịch bản B2, trong khi những con số tương ứng với nhiệt độ

thấp nhất ngày là $2,67^{\circ}\text{C}$ và $1,56^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ tăng ít nhất vào tháng 5 và 6, tăng nhiều nhất vào tháng 10 và 11.



(a)



(b)

Hình 6. Kết quả dự đoán lượng mưa tháng bình quân: (a) theo kịch bản A2; (b) theo kịch bản B2

Theo hình 6, sự thay đổi lượng mưa biến động lớn theo từng tháng trong năm. Từ tháng 1 đến tháng 8 lượng mưa có xu thế tăng với cả 2 kịch bản trong khi từ tháng 9 đến tháng 11 lượng mưa lại có xu thế giảm.

4.2. Dự đoán năng suất lúa dưới ảnh hưởng của BĐKH

a. Hiệu chỉnh mô hình AquaCrop

Mô hình AquaCrop đã được hiệu chỉnh dựa trên kết quả thí nghiệm (TN) trên cây lúa từ năm 2006-2009 trong điều kiện đủ phân, đủ nước, không sâu bệnh và côn trùng; kết quả mô phỏng (MP) cho dữ liệu đầu ra gồm NS lúa, sinh khối,...

Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình AquaCrop

TT	Năm TN	Giống lúa	Năng suất (tấn/ha)			Sai số (%)	Ghi chú
			TN	MP	TN - MP		
1	2006	OM6162	3,625	3,725	0,100	2,76	Vụ Hè Thu
2	2007	OM6162	3,778	3,59	-0,188	-4,98	Vụ Hè Thu
3	2008	OM5472	4,071	3,939	-0,132	-3,24	Vụ Thu Đông
4	2009	OM5472	3,901	3,788	-0,113	-2,90	Vụ Thu Đông

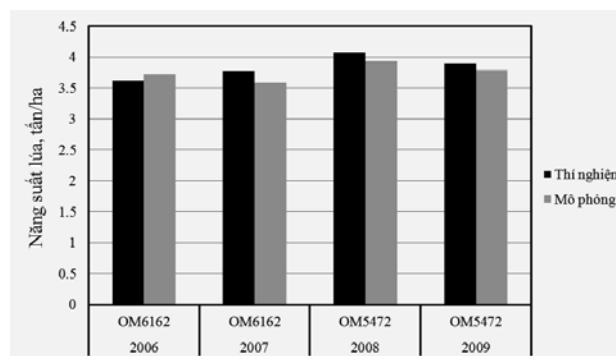
Bảng 2 cho thấy sai số giữa năng suất MP và năng suất TN đối với giống lúa OM6162 là 2,76

và -4,98%, đối với giống lúa OM5472 là -3,24 và -2,90%, đều nhỏ hơn 5%. Như vậy bộ thông

số này có thể chấp nhận được để dự đoán năng suất lúa cho tương lai.

b. Kết quả dự đoán NS lúa trong tương lai

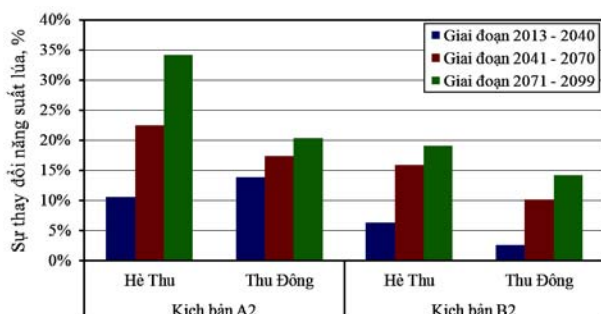
Sau khi xác định được bộ thông số của mô hình AquaCrop, tiến hành mô phỏng NS lúa trong điều kiện BĐKH (tăng nhiệt độ, thay đổi lượng mưa và tăng nồng độ CO₂) theo các kịch bản A2 và B2 cho các giai đoạn 2040s, 2070s và 2090s; với giả thiết cây lúa được bón đủ phân, tưới đủ nước theo nhu cầu, không chịu thiên tai và sâu bệnh.



Hình 7. Năng suất lúa thí nghiệm và năng suất lúa mô phỏng cho mô hình AquaCrop đã hiệu chỉnh

Bảng 3. Dự đoán NS lúa trong tương lai và so sánh với năm 2006 (vụ Hè Thu) và năm 2008 (vụ Thu Đông)

Giai đoạn	Năng suất lúa (tấn/ha)				Sự thay đổi năng suất lúa (%)			
	Kịch bản A2		Kịch bản B2		Kịch bản A2		Kịch bản B2	
	Hè Thu	Thu Đông	Hè Thu	Thu Đông	Hè Thu	Thu Đông	Hè Thu	Thu Đông
Thí nghiệm	3,625	4,071						
2013-2040	4,009	4,639	3,856	4,180	11%	14%	6%	3%
2041-2070	4,439	4,781	4,202	4,484	22%	17%	16%	10%
2071-2099	4,864	4,901	4,315	4,646	34%	20%	19%	14%
Trung bình	4,437	4,774	4,124	4,437	22%	17%	14%	9%



Hình 8. Sự thay đổi năng suất lúa trong tương lai so với năm 2006 (vụ Hè Thu) và năm 2008 (vụ Thu Đông)

Biểu đồ trên hình 8 cho thấy đối với kịch bản A2 năng suất lúa tăng đáng kể ở cả 2 vụ hè thu (HT) và thu đông (TĐ). Đến cuối giai đoạn 2013-2040 năng suất lúa vụ HT tăng lên 11%, và con số này lên đến 34% ở cuối giai đoạn 2071-2099. Trong khi đó đối với vụ TĐ NS lúa tăng đồng đều hơn giữa các giai đoạn, từ 14% đến 20%.

Đối với kịch bản B2, NS lúa trong tương tại

tăng ít hơn so với kịch bản A2, và NS lúa vụ HT cũng tăng nhiều hơn so với vụ TĐ. Đến cuối giai đoạn 2071-2099, NS lúa vụ HT và TĐ lần lượt tăng 19% và 14% so với hiện tại.

Có thể thấy rằng đối với vùng nghiên cứu, nếu chỉ xét các tác động của sự tăng nhiệt độ, sự thay đổi lượng mưa và tăng nồng độ CO₂ theo các kịch bản A2 và B2 thì BĐKH có thể không đe dọa đến sự sản xuất lúa cho đến năm 2099.

Kết quả trên hoàn toàn phù hợp với một số nghiên cứu đã thực hiện trên thế giới. Nghiên cứu của Cruz năm 2007 cho thấy NS cây trồng tăng tới 20% ở Đông Nam Á trong điều kiện BĐKH [6]. Nghiên cứu của Parry năm 2004 cũng chỉ ra rằng trong điều kiện khí hậu tương lai, NS lúa ở Thái Lan có thể tăng hoặc giảm tùy thuộc vào nồng độ CO₂ [7].

Bên cạnh đó, có những nghiên cứu cho ra kết quả trái ngược. Nghiên cứu của Zhai năm 2009 chỉ ra sự giảm NS lúa từ 2 đến 15% do BĐKH [8]. Những thí nghiệm ở Ấn Độ được công bố

bởi Sinha năm 1994 chỉ ra sự tăng nhiệt độ và giảm bức xạ cùng với tăng lượng mây làm giảm sự trở bông, dẫn tới giảm NS lúa dù nồng độ CO₂ tăng lên [9]. Những nghiên cứu tương tự gần đây ở Indonesia và Philippines đã xác nhận những kết quả này.

Những kết quả ở trên có thể được giải thích bởi những lý do sau:

a. Về cơ bản, sự tăng gấp đôi nồng độ CO₂ có thể làm tăng quá trình quang hợp từ 30 đến 100%, tùy thuộc vào các điều kiện môi trường khác như nhiệt độ và độ ẩm [10];

b. Tăng nồng độ CO₂ làm gia tăng NS tiềm năng của lúa, nhưng tác động tiêu cực của sự tăng nhiệt độ lớn hơn tác động tích cực của sự tăng nồng độ CO₂ [11];

c. Tăng nhiệt độ và tăng lượng mưa làm cho sâu bọ và côn trùng sinh sản nhanh hơn, mức độ tàn phá mùa màng nhiều hơn, tuy nhiên AquaCrop không thể mô phỏng vấn đề này;

d. Tăng nồng độ CO₂ làm gia tăng quá trình tổng hợp Nitơ từ Cacbon, làm cho cây sinh trưởng và kháng sâu bệnh tốt hơn, bù lại sự phá hoại của dịch bệnh và sâu bệnh [12];

e. Sự thay đổi ranh giới khí hậu và phân vùng sinh thái nông nghiệp do BĐKH không chỉ tác động đến số lượng của những loài sâu bọ, côn trùng bản xứ mà còn là nguyên nhân xuất hiện của những loài côn trùng từ vùng khác đến [13];

f. NS lúa bị đe dọa tại những khu vực có nguy cơ chịu thiên tai như hạn hán, bão lụt, xâm nhập mặn do mực nước biển dâng,... mà nghiên cứu này chưa đề cập đến;

g. Sự tăng nhiệt độ làm tăng bốc hơi và giảm độ ẩm trong đất, gây bất lợi cho quá trình phát triển của cây lúa.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu dự đoán NS lúa trong tương lai dưới tác động của BĐKH là rất cần thiết nhằm

cung cấp cơ sở khoa học cho việc đề xuất các giải pháp thích ứng và giảm nhẹ tác động của BĐKH trong ngành nông nghiệp và an ninh lương thực quốc gia.

Bài báo này đã giới thiệu kết quả nghiên cứu bước đầu khi xem xét các tác động của sự tăng nhiệt độ, thay đổi lượng mưa và tăng nồng độ CO₂ đến NS lúa tại hệ thống tưới Nam Sông Mã, huyện Yên Định, Thanh Hóa. Kết quả cho thấy năng suất lúa vụ HT và TD tăng lần lượt là 34% và 20% cho đến năm 2099 với kịch bản A2. Trong khi đó những con số này đối với kịch bản B2 lần lượt là 19% và 14%. Tuy nhiên ở Việt Nam, theo khuyến cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường thì trong các nghiên cứu về BĐKH chủ yếu sử dụng kịch bản B2 để tính toán, do đó bài báo này chỉ tập trung đề xuất sử dụng kết quả dự đoán theo kịch bản B2 cho các nghiên cứu tiếp theo.

Trong thực tế tại những khu vực có nhiều nguy cơ về thiên tai như bão lụt,... và các khu vực đồng bằng ven biển dễ bị xâm nhập mặn thì BĐKH gây ra tác động tiêu cực, làm giảm NS cây trồng trong đó có lúa. Tuy nhiên đối với một số khu vực ít nguy cơ chịu thiên tai và ở xa biển thì tác động của BĐKH không hoàn toàn tiêu cực, thậm chí còn làm gia tăng NS lúa ở một mức độ nhất định như đã trình bày ở trên. Vì vậy việc huy động nguồn lực ứng phó với BĐKH không nên dàn trải mà nên tập trung vào các vùng có nguy cơ cao.

Kết quả tính toán cho vùng Nam Sông Mã mới chỉ đề cập một số thông số chính về BĐKH như tăng nhiệt độ, tăng nồng độ CO₂,... Tuy nhiên vẫn còn một số yếu tố chưa được đề cập như gió, bão,... đặc biệt là khả năng đáp ứng nhu cầu nước tưới trong tương lai. Do đó những nghiên cứu tiếp theo cần phải tiến hành đầy đủ hơn khi có điều kiện.

Tài liệu tham khảo

1. The World Bank, 2010. *The Social Dimensions of Adaptation to Climate Change in Vietnam*.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011. *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*.
3. Website: <http://co-public.lboro.ac.uk/cocwd/SDSM/main.html>

4. Food and Agriculture Organization (FAO), 2012. *AquaCrop 4.0*.
5. Website: <http://www.cics.uvic.ca/scenarios/index.cgi?Scenarios>
6. Aida M. Jose, Nathaniel A. Cruz, 1999. *Climate change impacts and responses in the Philippines: water resources*. Climate research. 12, 77 – 84.
7. Parry, M. L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., Fischer, G., 2004. *Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios*. Global Environmental Change 14 (2004) 53–67;
8. Zhai, F., and J. Zhuang, 2009. *Agricultural impact of climate change: A general equilibrium analysis with special reference to Southeast Asia*. Asian Development Bank Institute Working Paper Series 131. Asian Development Bank;
9. Sinha, S.K., 1994. *Response of Tropical Agro systems to Climate Change*. Proceedings of the International Crop Science Congress, 1,281-289.
10. Parry MAJ., 1990. Ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase and carbonic anhydrase. In: *Methods in plant bochemistry*, Vol. 3. London: Academic Press, 1–14.
11. Karim, Z., Hussain, S.G. and Ahmed. M., 1996. *Assessing impacts of climate variations on foodgrain production in Bangladesh*. Water, Air, and Soil Pollution 92:53-62.
12. Coviella C, Trumble JT., 1999. *Elevated atmospheric CO₂ and insect-plant interactions: Implications for insect conservation*. Conserv Biol 13:700–12.
13. Bale, J.S. G.J. Masters, I.D. Hodkinson, C. Awmack, T.M. Bezemer, V.K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, 2002. *Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperatures on insect herbivores*. Global Change Biology 8:1-16.

Abstract:

INITIAL RESULTS OF RICE PRODUCTIVITY PROJECTION UNDER IMPACTS OF CLIMATE CHANGE IN NAM SONG MA IRRIGATION SYSTEM

Vietnam is one of five countries in the world most influenced by climate change. Climate change affects many human activities including agricultural activities and food production. Therefore, plant productivity projection under climate change condition is very important in the future (especially for rice). The article will provide initial investigation results of rice productivity under general impact of temperature increases, precipitation and CO₂ concentration changes in the future in Nam Song Ma irrigation system, Yen Dinh, Thanh Hoa. Results shows that rice productivity in summer-autumn and autumn-winter crops are increased by 34% and 20%, respectively, until 2099 in A2 scenario. While those figures in B2 scenario are 19% and 14%.

Keywords: climate change, downscaling, GCM-HADCM3, SDSM, AquaCrop, rice productivity, Nam Song Ma.

Người phản biện: **TS. Nguyễn Mai Đăng**

BBT nhận bài: 19/11/2012
Phản biện xong: 03/12/2012