

ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TỚI NĂNG SUẤT LÚA Ở MỘT SỐ TỈNH ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

TS. Nguyễn Thị Hiền Thuận, ThS. Nguyễn Thị Phương

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) tới sản xuất lúa ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Các kịch bản BĐKH ứng với nồng độ phát thải CO_2 trong khí quyển ở mức 540ppm và 720ppm (tương ứng mức phát thải gấp 1,5 hoặc 2 lần so với mức nền) đã được xem xét.

Mô hình khí hậu vùng (Conformal Cubic Atmospheric Model, CCAM) mô phỏng các số liệu nhiệt độ, lượng mưa, bức xạ mặt trời, ... cho từng kịch bản BĐKH. Các số liệu này được dùng làm số liệu đầu vào của modun thời tiết trong mô hình DSSAT (Decision Support System for Agricultural Technology) để mô phỏng năng suất lúa theo các kịch bản BĐKH khác nhau.

Phân tích sự biến động năng suất lúa trong các kịch bản BĐKH cho thấy năng suất lúa ở vùng ĐBSCL có xu thế giảm đi với mức độ khác nhau theo từng địa phương và tùy từng thời vụ. Khi nồng độ CO_2 trong khí quyển tăng gấp 2 lần mức nền thì năng suất lúa giảm đáng kể, đặc biệt là lúa vụ Hè Thu.

1. Giới thiệu chung

Sự nóng lên toàn cầu (the global warming) diễn ra trong thời gian qua và sắp tới được xác định chủ yếu là do sự gia tăng nồng độ các khí nhà kính trong khí quyển trong đó vai trò chính là khí cacbonic (CO_2). Trong các kịch bản phát thải khí nhà kính do những hoạt động của con người gây ra mà Ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu đề xuất [5], với mức độ phát triển kinh tế nhanh cùng với sự xuất hiện của các công nghệ sử dụng năng lượng hiệu quả thì tới khoảng năm 2070 nồng độ khí CO_2 trong khí quyển sẽ đạt mức xấp xỉ 720ppm, gấp hai lần mức hiện nay.

Đã có nhiều nghiên cứu về khả năng ảnh hưởng của BĐKH tới sản xuất nông nghiệp và hệ sinh thái trong phạm vi các quốc gia, phạm vi khu vực và rộng hơn là phạm vi toàn cầu [4], [8]. Một số kết quả nghiên cứu dựa trên các mô hình khí hậu toàn cầu GCM (General Climate Models) cho thấy sự BĐKH với nồng độ CO_2 gấp hai lần mức hiện nay thì năng suất cây trồng sẽ tăng tại vùng vĩ độ cao và sẽ giảm ở vùng vĩ độ thấp.

Việc sử dụng các mô hình GCM khá phổ biến trong các nghiên cứu về BĐKH, bởi chúng mô tả được sự thay đổi về phân bố nhiệt trên địa cầu. Sự thay đổi này kéo theo những biến đổi của hoàn lưu khí quyển và do đó làm ảnh hưởng tới các đặc trưng khí hậu. Do những hạn chế về khả năng kỹ thuật và tốc độ tính toán nên các mô hình GCM thường có độ phân giải khá thấp, ô lưới khoảng hàng trăm km mỗi chiều nên không thích hợp cho các ứng dụng thực tế đối với phạm vi vùng nhỏ hơn.

Do vậy, các mô hình khí hậu khu vực được phát triển, với độ phân giải tăng lên nhiều, ô lưới thường có kích cỡ khoảng vài chục kilômét mỗi chiều, đôi khi có thể mịn hơn.

Trong nghiên cứu về ảnh hưởng của BĐKH ở lưu vực sông Mêkông [3], [4], [7], mô hình khí hậu khu vực có độ phân giải cao CCAM (the Conformal Cubic Atmospheric Model) đã được sử dụng để tạo các kịch bản khí hậu với các đặc trưng: nhiệt độ, mưa, bức xạ, gió, ...

Các số liệu tạo ra từ mô hình CCAM được sử

Người phản biện: GS.TSKH. Nguyễn Đức Ngữ

dùng làm số liệu đầu vào của mô đun thời tiết trong mô hình động thái cây trồng DSSAT4.0. Với các số liệu đầu vào như vậy mô hình DSSAT4.0 đã mô phỏng sự phát triển và hình thành năng suất lúa tại khu vực ĐBSCL ứng với các kịch bản phát thải 1.5 CO₂ và 2.0 CO₂. Phần giới thiệu về mô hình DSSAT và những chức năng chính được trình bày tóm tắt trong [1].

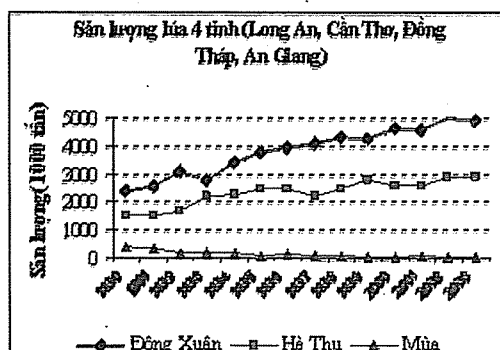
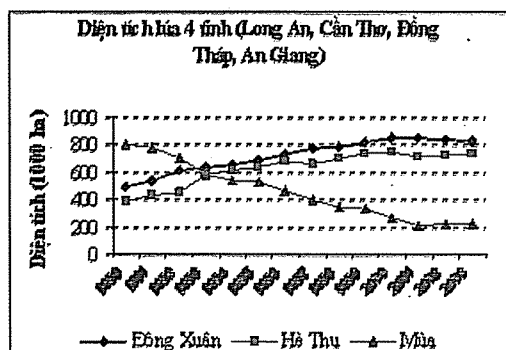
Các kết quả thu được từ mô hình DSSAT được dùng để phân tích sự biến động của năng suất lúa trong từng kịch bản BĐKH. Đây là những kết quả bước đầu nhằm thông báo về một hướng nghiên cứu tương đối mới đối với khu vực, cho biết về khả năng ảnh hưởng của BĐKH tới sản xuất lúa trong

vùng.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

a. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được chọn là 4 tỉnh trồng lúa thuộc vùng chịu ảnh hưởng của lũ sông Mêkông ở ĐBSCL: Long An, Đồng Tháp, Cần Thơ và An Giang. Bốn tỉnh này đều có sản lượng lúa thu hoạch hàng năm trên 1 triệu tấn (hình 1), do đó sản xuất lúa gạo ở đây đóng vai trò quan trọng trong việc tạo việc làm và thu nhập cho nhân dân địa phương, đảm bảo an ninh lương thực. Cũng chính vì thế mà những thay đổi trong sản xuất lúa do BĐKH chắc chắn sẽ kéo theo những hậu quả nghiêm trọng về kinh tế-xã hội và đời sống của dân cư trong vùng.



Hình 1. Diện tích và sản lượng lúa tại 4 tỉnh ở ĐBSCL

b. Số liệu nghiên cứu

- Số liệu nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp, lượng mưa và số giờ nắng hàng ngày của 4 trạm đại diện thuộc 4 tỉnh nêu trên (trạm Mộc Hóa của tỉnh Long An, trạm Cao Lãnh của tỉnh Đồng Tháp, trạm Cần Thơ của Cần Thơ, trạm Châu Đốc của tỉnh An Giang) được dùng làm số liệu đầu vào trong modun thời tiết để mô phỏng sự hình thành và phát triển năng suất lúa, sau đó so sánh với số liệu năng suất thực đo từ 1990 - 2002.

- Số liệu về hệ thống canh tác được tập hợp từ kết quả điều tra thực tế tại các tỉnh đã chọn. Thời vụ: 2 vụ chính là Đông - Xuân, Hè - Thu; Chế độ lấy nước và giữ nước, phân bón, ngày gieo trồng là số liệu khảo sát thực tế tại mỗi địa phương trong các vụ sản xuất năm 2002 - 2003.

- Các đặc trưng nhiệt độ, lượng mưa, bức xạ được sử dụng trong mô phỏng năng suất lúa là kết quả của mô hình CCAM tương ứng với các kịch bản phát thải CO₂.

c. Các kịch bản BĐKH

Mô hình CCAM được dùng để mô phỏng các yếu tố khí hậu cho 3 kịch bản ứng với 3 mức phát thải CO₂. CCAM là mô hình khí hậu khu vực thế hệ thứ hai do cơ quan nghiên cứu khí quyển của CSIRO (Australia) xây dựng riêng cho vùng Châu Á - Úc [6], và đã được đánh giá là ở trong số những mô hình phù hợp nhất đối với khu vực Châu Á qua việc so sánh với các mô hình quốc tế khác.

Nồng độ CO₂ trong khí quyển 360 ppm được coi là mức nền (baseline), tương ứng với nồng độ trong thập kỷ 1980 - 1989 (1CO₂). Hai kịch bản khí hậu

trong tương lai được mô phỏng cho nồng độ CO₂ trong khí quyển tương ứng là 540 ppm và 720 ppm, gấp 1,5 và 2,0 lần mức nền (1,5CO₂ và 2CO₂). Các nồng độ này có thể đạt được vào khoảng thời gian những năm 2040 – 2049 và 2066 – 2075, theo kịch bản phát thải SRES A1FI của IPCC 2000.

Số liệu các yếu tố khí tượng mà CCAM đưa ra là số liệu từng ngày của nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp, lượng mưa và bức xạ mặt trời cho mỗi năm của giai đoạn mô phỏng, theo ô lưới 0,1 o x 0,1o. Mô hình DSSAT yêu cầu số liệu tính cho điểm nên từ giá trị tại các nút lưới, chúng tôi đã tính giá trị cho các vị trí của trạm đại diện nêu trên cho mỗi tỉnh.

Mô hình DSSAT được sử dụng để mô phỏng quá trình hình thành năng suất lúa cho các khu vực đã chọn. Sự thay đổi năng suất từ kết quả của mô hình được phân tích thông qua giá trị chênh lệch của năng suất tính theo các kịch bản BĐKH của 1.5CO₂ và 2CO₂ so với năng suất ở mức nền

(1CO₂).

Các kịch bản về khí hậu được xây dựng với a/ giá trị trung bình cho từng kịch bản; b/ các trường hợp đặc thù dựa theo số liệu mưa của mỗi kịch bản (năm mưa ít, năm mưa trung bình và năm mưa nhiều).

3. Kết quả và một số nhận xét

a. Các yếu tố khí tượng trong các kịch bản

Kết quả tính toán các yếu tố khí tượng từ mô hình hình CCAM ứng với các kịch bản BĐKH được trình bày trong bảng 1, 2, 3, 4.

Trong kịch bản 1.5CO₂, nhiệt độ tăng nhẹ nhưng lượng mưa không thay đổi nhiều và không rõ xu thế. Ở kịch bản 2CO₂, nhiệt độ tăng đáng kể ở tất cả các tháng (từ 0.5 đến 1.5°C); lượng mưa cũng biến động theo xu hướng giảm vào các tháng mùa khô nhưng lại tăng trong các tháng mùa mưa, nhất là tháng 6 và tháng 9. Ngược lại, bức xạ mặt trời tăng trong mùa khô và giảm trong mùa mưa.

Bảng 1. Lượng mưa mô phỏng bằng CCAM tương ứng với các kịch bản BĐKH (mm)

Tháng	Long An			Đồng Tháp			Cần Thơ			An Giang		
	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂
1	0,3	1,2	3,4	1,2	2,6	8,4	1,4	4,1	13,9	11,2	12,6	16,8
2	2,4	11,8	4,0	1,2	2,6	8,4	3,8	17,4	6,5	8,7	19,2	13,7
3	23,5	17,6	16,5	27,4	21,8	19,8	31,2	19,6	18,4	34,3	25,2	16,8
4	11,8	9,0	16,6	14,0	9,6	18,6	17,4	14,9	23,3	10,3	13,9	19,1
5	80,0	93,5	84,1	108,3	107,5	114,2	100,6	102,2	101,3	96,5	99,9	105,5
6	233,4	241,0	244,2	265,3	278,8	276,5	200,2	210,3	202,4	218,2	203,2	250,1
7	226,0	224,2	265,8	227,8	220,7	264,0	180,2	178,2	188,5	160,0	155,0	192,5
8	282,8	260,2	296,4	255,7	240,9	264,9	203,4	202,2	212,6	156,8	170,8	177,3
9	269,8	285,5	301,1	247,2	260,6	269,8	222,0	253,3	243,9	155,3	150,3	157,0
10	115,7	111,2	147,2	96,5	86,7	124,0	114,5	116,3	144,1	38,0	34,0	46,0
11	21,2	21,0	31,2	17,9	13,6	15,6	35,8	28,5	27,6	1,4	1,8	1,5
12	23,1	32,6	14,2	12,3	18,9	12,7	21,9	28,9	18,7	2,0	3,4	0,7

Bảng 2. Nhiệt độ tối thấp mô phỏng bằng CCAM tương ứng với các kịch bản BĐKH (°C)

Tháng	Long An			Đồng Tháp			Cần Thơ			An Giang		
	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂
1	19,9	19,8	21,1	19,9	19,8	21,2	20,1	20,2	21,4	20,0	20,0	21,1
2	20,7	20,9	21,5	20,7	20,9	21,5	21,1	21,3	21,9	20,8	20,9	21,5
3	22,2	22,2	23,1	22,2	22,1	23,1	22,4	22,4	23,3	22,3	22,2	23,3
4	23,6	23,4	24,7	23,6	23,3	24,6	23,5	23,3	24,5	23,7	23,5	24,8
5	24,0	23,8	25,0	24,0	23,9	24,9	24,0	23,9	24,9	24,0	23,9	25,0

	Long An			Đồng Tháp			Cần Thơ			An Giang		
Tháng	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂
6	23,4	23,7	24,6	23,6	23,9	24,7	23,8	24,0	24,9	23,6	23,8	24,7
7	23,0	23,4	24,3	23,2	23,5	24,4	23,4	23,7	24,6	23,2	23,5	24,4
8	23,0	23,4	24,2	23,2	23,6	24,4	23,4	23,8	24,6	23,2	23,6	24,3
9	23,0	23,4	24,1	23,1	23,5	24,2	23,3	23,7	24,5	23,1	23,5	24,2
10	22,3	22,7	23,4	22,4	22,7	23,4	22,6	22,9	23,6	22,3	22,6	23,3
11	21,1	21,2	21,7	21,0	21,2	21,7	21,3	21,4	22,0	21,1	21,1	21,7
12	20,6	20,4	21,3	20,5	21,2	21,3	20,8	20,7	21,6	20,6	20,6	21,3

Bảng 3. Nhiệt độ tối cao mô phỏng bằng CCAM tương ứng với các kịch bản BĐKH (°C)

	Long An			Đồng Tháp			Cần Thơ			An Giang		
Tháng	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂
1	28,9	28,9	30,6	29,0	28,9	30,6	28,6	28,6	30,0	29,6	29,5	31,1
2	31,5	30,7	31,7	31,7	30,8	31,8	31,2	30,3	31,3	32,2	31,2	32,3
3	33,3	33,6	35,2	33,3	33,6	35,2	32,8	33,0	34,6	33,6	33,9	35,7
4	35,4	35,4	36,7	35,2	35,2	36,5	34,6	34,4	35,8	35,1	35,4	36,7
5	33,1	32,7	33,9	32,4	32,2	33,0	31,8	31,6	32,7	32,0	32,1	33,0
6	29,5	29,7	30,6	29,3	29,5	30,4	29,3	29,6	30,5	29,3	29,6	30,3
7	29,1	29,6	30,2	29,0	29,5	30,1	29,0	29,5	30,2	29,0	29,5	30,1
8	29,5	30,0	30,6	29,2	29,7	30,3	29,1	29,7	30,2	29,1	29,6	30,3
9	29,8	30,2	30,7	29,6	30,0	30,6	29,4	29,8	30,5	29,2	29,6	30,3
10	30,0	30,3	30,7	30,0	30,3	30,7	29,9	30,2	30,6	29,7	30,1	30,6
11	29,6	29,5	30,4	29,5	29,5	30,4	29,3	29,3	30,4	29,8	29,8	30,7
12	29,1	28,8	30,6	29,0	28,8	30,4	28,8	28,5	30,3	29,8	29,6	31,4

Bảng 4. Bức xạ mặt trời mô phỏng bằng CCAM ứng với các kịch bản BĐKH (MJ/m²)

	Long An			Đồng Tháp			Cần Thơ			An Giang		
Tháng	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂	1CO ₂	1,5CO ₂	2CO ₂
1	13,5	13,7	13,6	13,5	13,7	13,6	13,7	13,9	13,8	13,7	13,9	13,7
2	14,8	14,4	14,6	14,8	14,5	14,7	15,1	14,8	15,1	15,0	14,6	14,8
3	17,6	17,6	18,1	17,5	17,6	18,2	17,8	17,9	18,3	17,5	17,7	18,2
4	18,5	18,3	18,8	18,6	18,3	18,8	18,5	18,3	18,7	18,3	18,3	18,6
5	17,7	17,6	17,7	17,4	17,5	17,5	17,4	17,6	17,5	17,4	17,5	17,3
6	16,6	16,5	16,6	16,4	16,4	16,5	16,8	16,7	16,7	16,2	16,2	16,2
7	16,5	16,6	16,4	16,4	16,6	16,4	16,7	16,7	16,7	16,1	16,4	16,1
8	16,4	16,8	16,4	16,4	16,7	16,4	16,8	17,0	16,9	16,1	16,5	16,2
9	16,4	16,3	16,2	16,2	16,2	16,2	16,5	16,4	16,4	16,1	16,1	16,0
10	16,3	16,4	16,3	16,3	16,4	16,3	16,5	16,5	16,5	16,1	16,3	16,2
11	15,1	15,1	15,4	15,1	15,2	15,5	15,3	15,3	15,6	15,3	15,4	15,5
12	13,6	13,6	14,0	13,8	13,7	14,1	14,1	13,9	14,4	14,0	13,9	14,4

b. Năng suất lúa theo các kịch bản

1) Năng suất lúa trung bình cho mỗi kịch bản

Hình 2 cho thấy mức độ thay đổi trung bình của năng suất lúa (tính bằng %) cho từng kịch bản so

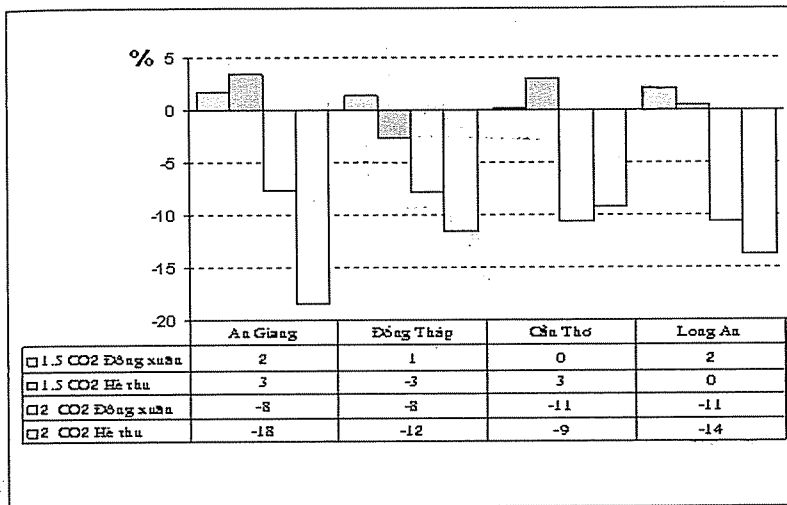
với kịch bản nền đối với lúa Đông - Xuân và lúa Hè - Thu tại 4 tỉnh được chọn,

Từ Hình 2 có thể thấy rằng trong kịch bản 1,5xCO₂, năng suất lúa trung bình cho 10 năm của thập kỷ (2040 - 2049) tăng nhẹ so với chuẩn, từ 0 - 2%, Nhưng đến kịch bản 2xCO₂, lúa cả hai thời vụ đều giảm năng suất, trung bình cho cả thập kỷ (2066 - 2075) là khoảng từ 8% đến 11% đối với lúa Đông Xuân, và giảm từ 11 đến 18% đối với lúa Hè Thu, Năng suất lúa ở Long An và Cần Thơ giảm nhiều

hơn trong vụ Đông Xuân, An Giang và Đồng Tháp lại giảm nhiều hơn trong vụ Hè Thu,

2) Năng suất lúa trong các trường hợp cực đoan của mỗi kịch bản

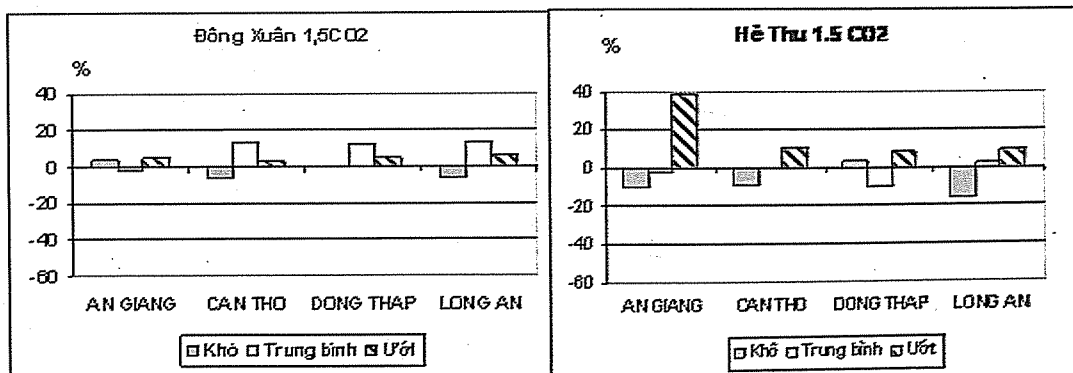
Khi xét riêng các năm cụ thể cho trường hợp mưa ít và trường hợp mưa nhiều trong mỗi kịch bản thì có được kết quả khá chi tiết, giúp việc đánh giá ảnh hưởng của BĐKH tới năng suất lúa trong các trường hợp cực trị về mưa ứng với mỗi kịch bản BĐKH,

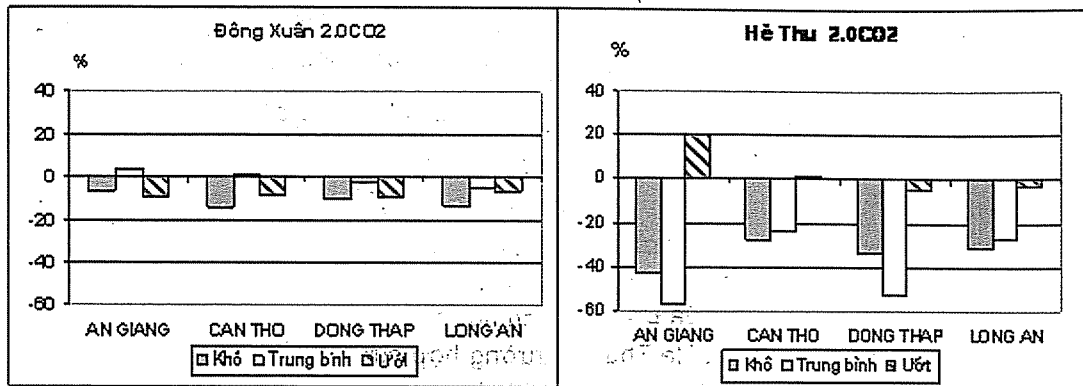


Hình 2. Mức độ thay đổi năng suất lúa của các kịch bản BĐKH so với mức nền

Hình 3 minh họa sự thay đổi năng suất lúa trong các năm khô (mưa ít), năm ướt (mưa nhiều) so với loại năm tương tự của kịch bản nền. Đối với kịch bản 1,5xCO₂ (hai đồ thị phía trên), năng suất lúa vụ ĐX và HT đều có xu hướng tăng nếu năm đó thuộc loại năm trung tính hoặc năm mưa nhiều. Mức tăng dao động trong khoảng 5-15%, cá biệt có trường hợp tăng tới 39% (An Giang). Nếu là năm khô hạn thì ở nhiều nơi năng suất lúa giảm, từ 5 - 16%, Năng suất lúa Hè Thu giảm mạnh hơn so với lúa Đông Xuân,

Trong kịch bản 2CO₂ (hai đồ thị phía dưới hình 3) năng suất giảm rõ rệt. Ở kịch bản này, năng suất lúa ĐX và HT giảm mạnh trong năm khô hạn và năm trung tính, mức độ giảm lớn hơn hẳn so với kịch bản 1,5CO₂, với trị số đạt khoảng từ 24% đến 57%. Năm mưa nhiều trong kịch bản 2CO₂ có thuận lợi hơn cho sản xuất lúa nên năng suất giảm ít hơn (-3% đến -5% ở Cần Thơ và Long An), thậm chí có thể tăng ở vài nơi (An Giang, Đồng Tháp),





Hình 3. Sự thay đổi năng suất lúa ứng với các loại năm khác nhau trong các kịch bản BĐKH (tính bằng % so với kịch bản nền)

Như vậy khi có những dao động khí hậu (ví dụ El Nino hoặc La Nina) trong mỗi kịch bản BĐKH, năng suất lúa Hè Thu đều chịu tác động mạnh hơn, Những năm có lượng mưa trung bình hoặc thấp hơn TBNN, năng suất lúa giảm mạnh trên khu vực nghiên cứu,

Phân bố không gian của sự thay đổi năng suất lúa trong các kịch bản BĐKH ở ĐBSCL được trình bày trong Hình 4 (a/ kịch bản 1,5 CO₂ và b/ kịch bản 2CO₂),

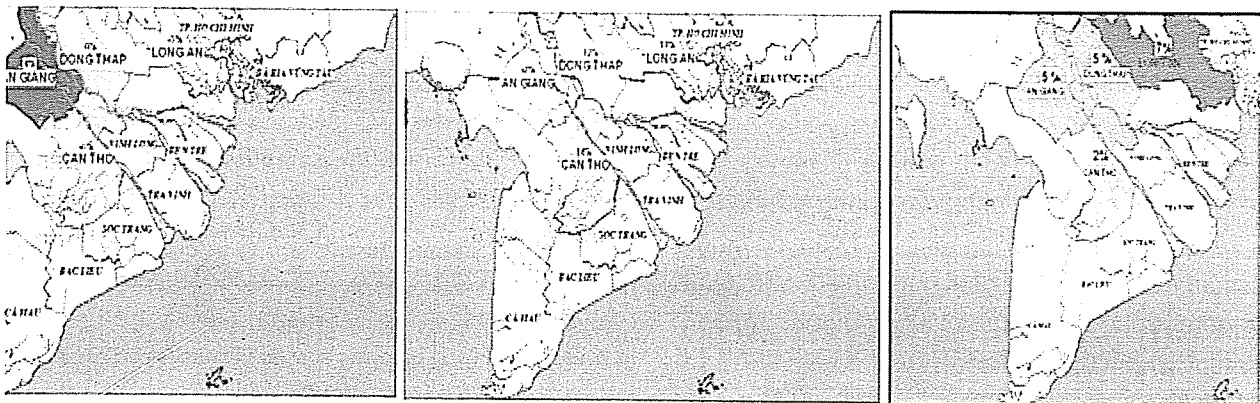
a, Kịch bản 1,5 CO₂

Năm mưa ít

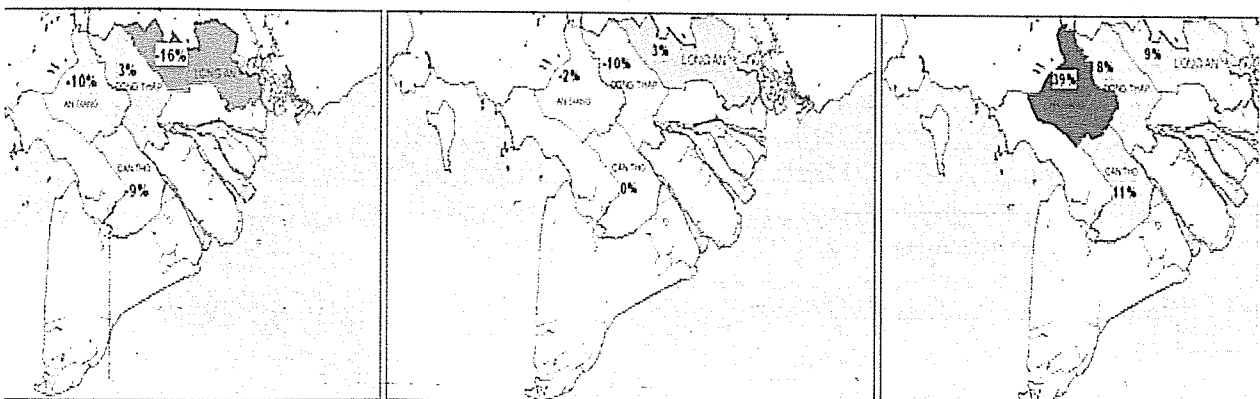
Năm mưa trung bình

Năm mưa nhiều

* Lúa Đông Xuân



* Lúa Hè Thu



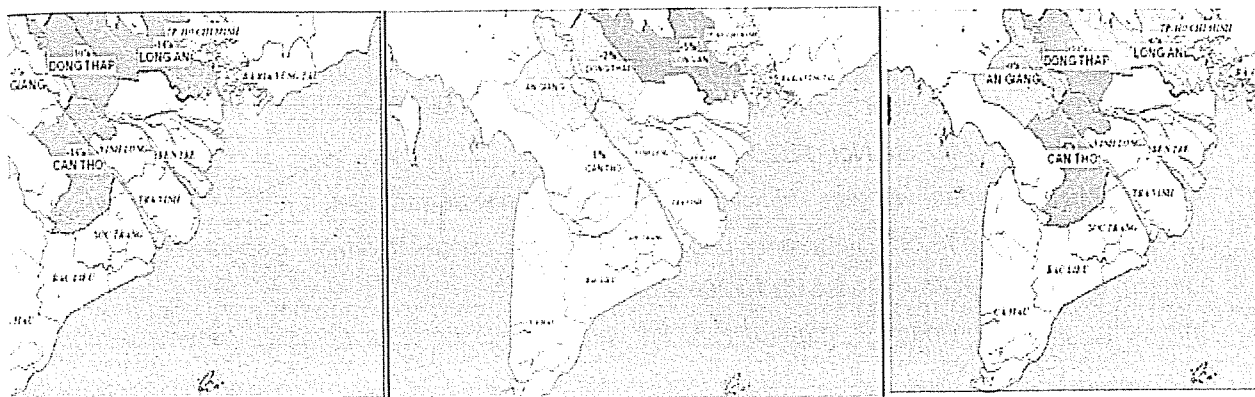
b, Kịch bản 2CO₂

Năm mưa ít

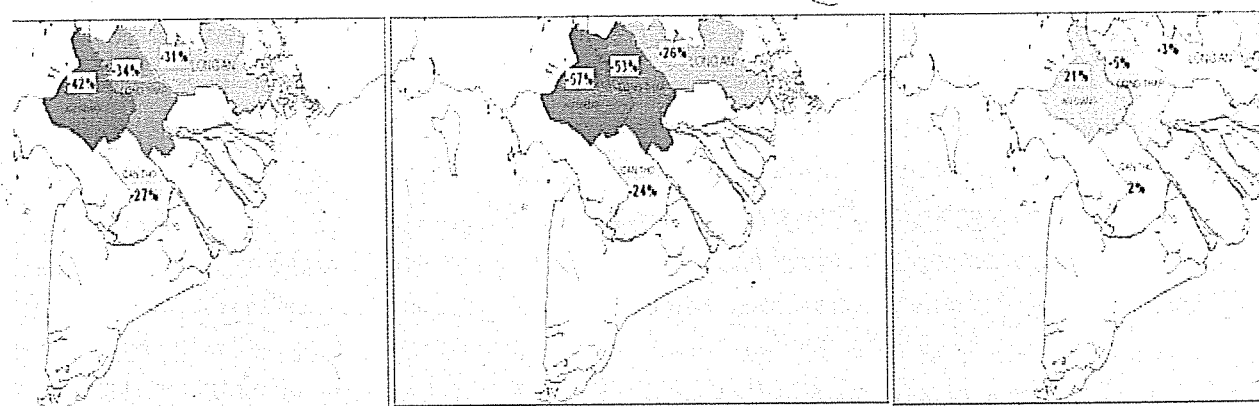
Năm mưa trung bình

Năm mưa nhiều

* Lúa Đông Xuân



* Lúa Hè Thu



4, Kết luận

Nghiên cứu bước đầu về ảnh hưởng của BĐKH đến sản xuất lúa ở ĐBSCL đã sử dụng số liệu các kịch bản BĐKH tương ứng với các mức phát thải 1,5CO₂ và 2CO₂, kết hợp với việc sử dụng mô hình hỗ trợ DSSAT, Năng suất lúa tại một số địa phương đã được mô phỏng theo số liệu thời tiết, Các kịch bản BĐKH được đưa vào DSSAT để phân tích ảnh hưởng của nó tới năng suất lúa,

Kết quả phân tích cho thấy trong trường hợp nồng độ CO₂ trong khí quyển gấp 1,5 lần mức nền thì năng suất lúa chỉ giảm trong điều kiện thiếu

nước, trong những năm trung tính hoặc mưa nhiều thì năng suất lúa tăng lên 5-15%,

Khi nồng độ CO₂ gấp hai lần mức nền thì sản xuất lúa gặp khó khăn do năng suất giảm, giảm nhiều trong những năm hạn (tới trên 50%), Lúa Hè - Thu chịu ảnh hưởng của BĐKH nhiều hơn so với lúa Đông - Xuân,

Những kết quả mô phỏng năng suất lúa theo các kịch bản BĐKH có thể dùng để hỗ trợ việc ra quyết định đối với kế hoạch sản xuất nông nghiệp, thay đổi cơ cấu sản xuất và dự trữ lương thực,

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Việt Nữ, Nguyễn Thị Phương, Chiêu Kim Quỳnh (2003): Phần mềm DSSAT trong mô phỏng năng suất cây trồng, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 8, Tập 1*, Viện KTTV, Hà Nội, 12/2003, tr, 190-194,
2. Nguyễn Thị Hiền Thuận (2003): Dự án "Ứng dụng dự báo khí hậu trong sản xuất lúa gạo ở đồng bằng sông Cửu Long"- Một số hoạt động và những kết quả chính, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 8, Tập 1*, Viện KTTV, Hà Nội, 12/2003, tr, 232-239,
3. Nguyễn Thị Hiền Thuận, Nguyễn Thị Phương (2004): Một số kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sản xuất lúa gạo ở Đồng bằng sông Cửu Long - *Tuyển tập Báo cáo Hội thảo khoa học năm 2004*, Viện KTTV, TP, HCM, 10/2004, tr, 1-12,
4. Chinvanno, S., S, Boulidam, T, Inthavong, S, Souvannalath, B, Lersupavithnapa, V, Kerdsuk, and N, Thuan (2006): *Climate risks and rice farming in the lower Mekong River countries*, AIACC Working Paper No 40 [Online], Available at: aiaccproject.org/working_papers/Working%20Papers/AIACC_WP40_Chinvanno.pdf, Accessed on 08 Mar 2008,
5. IPCC (2000): *Emissions scenarios*, edited by N, Nakicenovic, and R, Swart, Cambridge, UK: Cambridge University Press,
6. McGregor, J, L., Katzfey, J, J, and Nguyen, K, C, (1998): *Fine-resolution simulations of climate change for Southeast Asia*, Final report for a research project commissioned by Southeast Asian Regional Committee for START (SARCS), Aspendale, Victoria, Australia: CSIRO Atmospheric Research, 35 pp,
7. Snidvongs A., J, McGregor, K, C, Nguyen, W, Weerakant (2003): *Rainfall pattern for mainland Asia under different atmospheric CO₂ levels*, AIACC Newsletter, v2,
8. Tsuji G., G, Hoogenboom, P, Thornton (ed,) (1998): *Understanding Options for Agricultural Production*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 400pp,