

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN NĂNG SUẤT CÂY LƯƠNG THỰC CỦA VIỆT NAM

Mai Văn Trịnh¹, Phạm Quang Hà¹, Tingju Zhu² và CS.*

SUMMARY

Study the impact of climate change on cereal crop production in Vietnam

Yield of rice, maize and soybean were simulated according to high emission climate change scenarios (A2) generate by MONRE, ISPL and GISS scenarios using crop grow model WOFOST. Research results showed that according to MONRE scenario crop yield in 2030 and 2050 decreased in most of agri - ecological zones. Potential yield decreased differently in different agro - ecological zones and strongly decreased in coastal zones. There are large differences in water limited yields simulated from dry scenario (ISPL) and wet scenario (GISS), in which moisture and rainfall are higher in wet scenario, consequently, crop yields are higher. Crop yields are reduced in dry and MONRE scenarios because of reduction of moisture and rainfall. However, moisture and rainfall distribution tend to more positive in several agro - ecological zones, growing of crops will be better and, hence, crop yield also higher. These impacts are very important and should be taken into account for designing new land use and suitable crop calendars to avoid the damages of extreme events.

Key words: Climate change scenario, simulation, potential yield, water limited yield, yield reduction.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ¹

Ở Việt Nam, trong khoảng 50 năm qua, nhiệt độ trung bình năm đã tăng khoảng $0,7^{\circ}\text{C}$, mực nước biển đã dâng khoảng 0,20 m. Hiện tượng El - Nino, La - Nina ngày càng tác động mạnh mẽ đến Việt Nam. Biến đổi khí hậu (BĐKH) thực sự đã làm cho các thiên tai, đặc biệt là bão, lũ, hạn hán ngày càng ác liệt. Nếu nước biển dâng cao phần lớn diện tích đồng bằng ven biển Việt Nam sẽ bị ngập, trong đó các tỉnh thuộc Đồng bằng sông Cửu Long sẽ có diện tích bị ngập nhiều nhất (Trần Thục, 2008; MONRE, 2003, 2009).

Tháng 6 năm 2009, sau nhiều nỗ lực cùng các nhà khoa học trong và ngoài nước nghiên cứu về ảnh hưởng của BĐKH và nước biển dâng, Bộ Tài nguyên và Môi trường (TN & MT) đã ban hành các kịch bản về biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở độ phân giải cao hơn trên phạm vi các vùng sinh thái trong toàn quốc. Các kịch bản chủ yếu cung cấp cho chúng ta vấn

đề biến đổi về nhiệt độ, lượng mưa và phân bố mưa cho từng vùng sinh thái của các năm tương lai đến năm 2100 trên các kịch bản phát thải thấp (B1), trung bình (B2, A1) và cao (A2) và khả năng nước biển dâng tại vùng ĐBSCL và Tp. Hồ Chí Minh ở các kịch bản 65, 75 và 100 cm (MONRE, 2009).

Theo ước tính của Bộ NN & PTNT (MARD, 2008) BĐKH sẽ dẫn đến hiện tượng mất đất canh tác, ví dụ khi nước biển dâng 1m thì có thể đến 7% diện tích đất nông nghiệp sẽ bị ngập và tổng sản phẩm nông nghiệp có thể giảm 12%. Ngoài việc mất đất, di dân, các quá trình mặn hóa, phèn hóa cũng sẽ gia tăng làm giảm năng suất và sản lượng cây trồng. Các hiện tượng ngập lụt, hạn hán và bão tố sẽ gia tăng. Nhiều nhà khoa học tính toán và cho thấy năng suất lúa mùa sẽ giảm khoảng 3 - 6% vào năm 2070 so với giai đoạn 1960 - 1998. Với lúa xuân thì hậu quả có thể nghiêm trọng hơn, đặc biệt ở miền Bắc và năng suất có thể giảm đến 17% vào năm 2070 còn ở miền nam có thể giảm đến 8%. Năng suất ngô xuân có thể giảm đến 4% ở miền Trung và 9% ở miền Nam. Trong khi đó tại một số vùng miền Bắc BĐKH có thể sẽ có tác dụng

¹ Viện Môi trường Nông nghiệp.

² International Food Policy Research Institute

*Nguyễn Hồng Sơn¹, Phạm Thanh Hà¹, Nguyễn Bảo Toàn¹.

tốt lên vì năng suất ngô có thể tăng đến 7% (Nguyễn Văn Việt, 2005).

Để kiểm chứng lại các nghiên cứu đã có, để giúp cho Nhà nước có cái nhìn đúng mức về ảnh hưởng có lợi và bất lợi của BĐKH đến sản xuất mùa vụ tại Việt Nam chúng tôi tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của BĐKH đến sản xuất cây lúa, ngô và đậu tương trên các vùng sinh thái của cả nước.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được tiến hành theo các bước: Lựa chọn kịch bản, lựa chọn mô hình, lựa chọn đầu vào, hiệu chỉnh mô hình và hoàn thiện mô hình để có kết quả tính toán chuẩn xác. Các bước nghiên cứu được mô tả như sau:

1. Kịch bản BĐKH

Trong nghiên cứu này, 3 loại kịch bản BĐKH được áp dụng nghiên cứu và chúng được mô tả như sau:

- *Kịch bản của Bộ TN & MT ở mức phát thải cao A2*

Căn cứ vào kịch bản BĐKH của Bộ TN & MT (MONRE, 2009) kịch bản gốc A2 (được mô tả là thế giới không đồng nhất, các quốc gia hoạt động độc lập, tự cung tự cấp; dân số tiếp tục tăng trong thế kỷ 21; kinh tế phát triển theo định hướng khu vực; thay đổi về công nghệ và tốc độ tăng trưởng kinh tế tính theo đầu người chậm). Các chỉ tiêu thay đổi về nhiệt độ và lượng mưa được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm ($^{\circ}\text{C}$) và mức thay đổi lượng mưa năm (%) so với thời kỳ 1980 - 1999, kịch bản phát thải cao (A2)

Vùng	Nhiệt độ				Lượng mưa			
	2030	2050	2070	2100	2030	2050	2070	2100
Tây Bắc	0,8	1,3	2,0	3,3	2,1	3,7	5,6	9,3
Đông Bắc	0,7	1,3	1,9	3,2	2,2	2,8	5,7	9,3
Đồng bằng Bắc Bộ	0,7	1,3	1,9	3,1	2,3	3,8	6,1	10,1
Bắc Trung Bộ	0,9	1,5	2,2	3,6	2,3	3,7	5,9	9,7
Nam Trung Bộ	0,5	1,0	1,5	2,4	1,0	1,7	2,5	4,1
Tây Nguyên	0,5	0,8	1,3	2,1	0,4	0,7	1,1	1,8
Nam Bộ	0,5	1,0	1,6	2,6	0,4	0,7	1,2	1,9

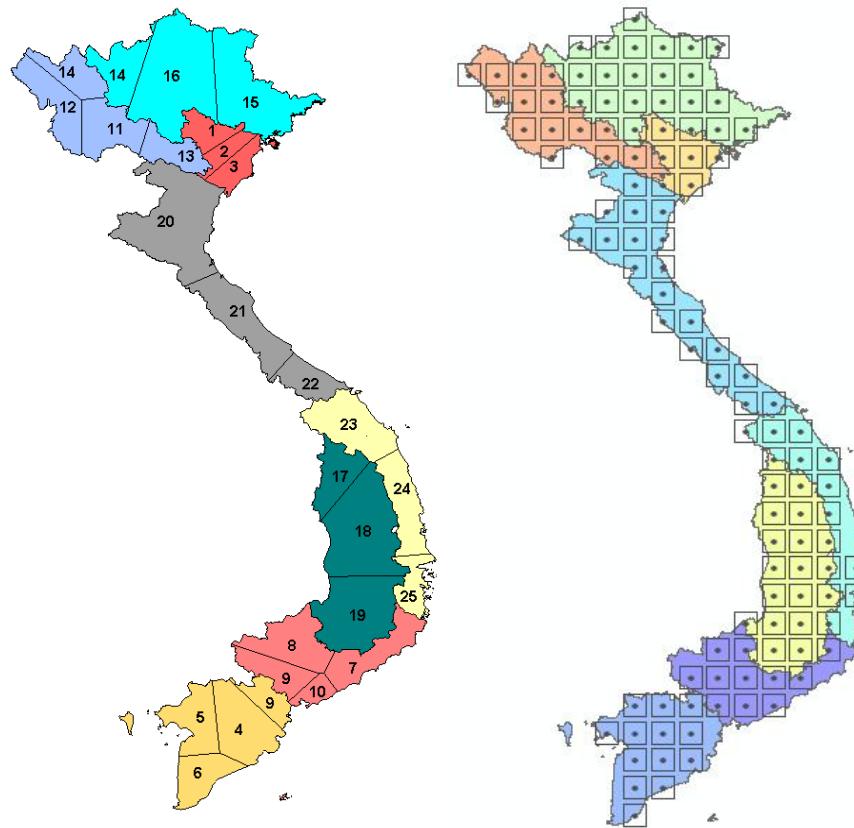
Nguồn: Trích từ MONRE (2009).

Số liệu khí tượng được quan trắc tại 25 điểm trên các vùng sinh thái nông nghiệp (3 điểm trên mỗi vùng) từ 1970 - 2007 (miền Bắc) và 1978 - 2007 (miền Nam). Mỗi điểm đại diện cho một tiêu vùng trong vùng sinh thái lớn được xác định theo phương pháp đa giác Thiesen (hình 1 bên trái).

Mười bốn kịch bản BĐKH được thu thập với dải số liệu từ 1971 - 2070. Sau khi tính toán và so sánh các giá trị của các chỉ số chỉ số ẩm, chỉ số khô và độ ẩm giữa các kịch bản chúng

được xếp hạng theo thứ tự từ rất khô đến rất ướt (Tingju, 2009). Kịch bản khô hay ướt là do chế độ nhiệt, chế độ mưa, độ ẩm của môi trường. Trong số 14 kịch bản này 2 kịch bản đại diện cho cực trị khô (ISPL) và cực trị ướt (GISS) được chọn làm đầu vào cho quá trình tính toán. Các chỉ tiêu khí hậu của mỗi kịch bản được đo và tính toán cho 114 điểm theo mô hình BĐKH (hình 1, bên phải).

- Kịch bản khô (Institut Pierre Simon Laplace - ISPL) và kịch bản ướt (Goddard Institute for Space Studies - GISS)



Hình 1. Bản đồ 25 điểm khí hậu của kịch bản MONRE A2 (trái) và bán đồ 114 điểm của 2 kịch bản khô (ISPL) và ướt (GISS)

2. Tính toán năng suất cây trồng theo các kịch bản BĐKH

Năng suất lúa, ngô và đậu tương được tính toán bằng mô hình WOFOST (Boogaard *et al.*, 1998) cho các năm 2030 và 2050. Độ chính xác của mô hình WOFOST đã được kiểm định, hiệu chỉnh theo (Mai Văn Trịnh và Trần Xuân Định, 2005) và IRMLA (2005). Giống sử dụng là những giống trồng phổ biến trong thời gian của giai đoạn tham chiếu (1980 - 1999), giống lúa Khang dân đại diện cho miền Bắc và miền Trung, giống IR72 cho miền Nam, ngô LVN10 và đậu tương DT84 sử dụng chung cho tất cả các vùng sinh thái trong cả nước.

Trước hết năng suất tiềm năng và năng suất bị hạn chế nước của lúa xuân, lúa mùa, ngô xuân và đậu tương được mô phỏng cho điều kiện khí hậu thực tế quan trắc tại 25 trạm trong giai đoạn 1980 - 1999 để làm năng suất tham chiếu. Sau đó các loại năng suất cây trồng này tiếp tục được

tính toán theo 3 kịch bản (MONRE - A2, ISPL và GISS). Sự thay đổi năng suất cây trồng được so sánh giữa năng suất của 3 kịch bản tại thời điểm 2030 và 2050 so với năng suất tham chiếu trong giai đoạn 1980 - 1999.

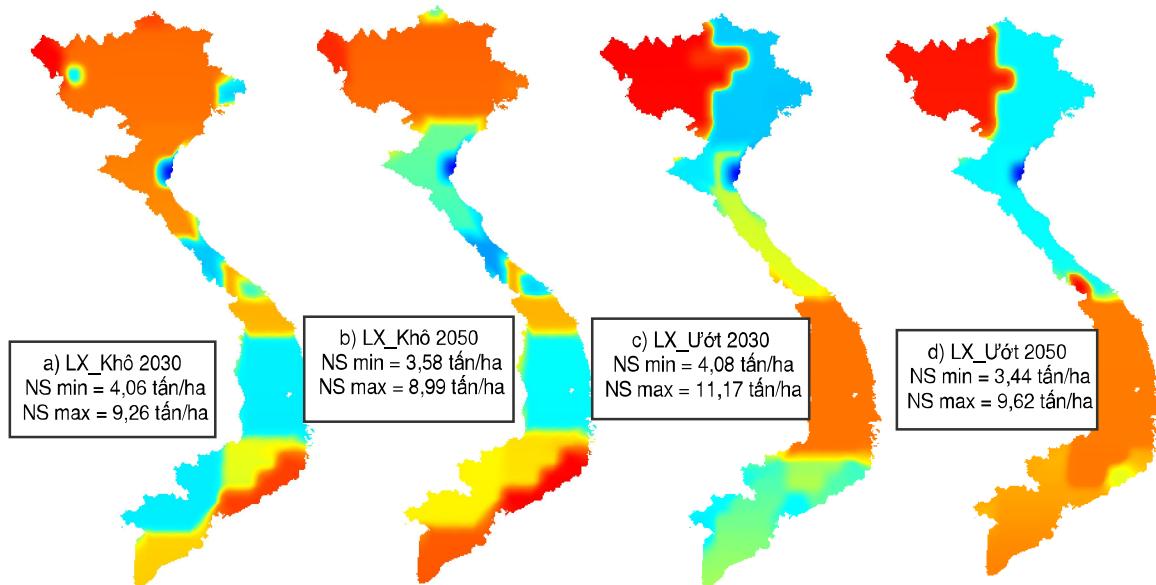
III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Diễn biến năng suất tiềm năng theo không gian

Vì các kịch bản BĐKH được mô phỏng cho 25 điểm quan trắc trên toàn quốc đối với kịch bản MONRE và cho 114 điểm của kịch bản ISPL và GISS (hình 1). Tại mỗi vị trí đều có sự thay đổi về các yếu tố thời tiết như tăng lên hay giảm đi của các yếu tố nhiệt độ, ánh sáng, lượng mưa hay tốc độ gió. Tại nhiều vị trí nhiệt độ, lượng mưa tăng lên hoặc giảm xuống dẫn đến có sự thay đổi ngược chiều giữa các điểm, đặc biệt các điểm có điều kiện địa hình và vùng sinh thái khác nhau. Kết quả tính toán năng suất cây trồng theo không gian cũng thể hiện rất rõ năng suất cây trồng là

kết quả của sự biến động các yếu tố khí hậu. Tại các điểm cực Bắc, đặc biệt là Tây Bắc thì tiềm năng năng suất rất cao trong khi tại các vùng ven

biển ĐBSH, Bắc Trung Bộ thì năng suất lại không cao, thậm chí lại giảm mạnh.



Hình 2. Năng suất tiềm năng của lúa xuân tính toán theo kịch bản ISPL trong năm 2030 (a) và 2050 (b) và kịch bản GISS trong năm 2030 (c) và 2050 (d)

Có sự thể hiện rất rõ và có nhiều khác nhau về năng suất giữa 2 kịch bản. Năng suất cực đại có thể đạt được ở kịch bản ướt (c và d) và năng suất trung bình lớn hơn ở kịch bản khô (a và b). Ở kịch bản khô thì năng suất vùng Bắc và Nam Trung Bộ thấp (biểu hiện của nhiệt độ cao, lượng mưa giảm theo hướng cực đoan) thì ở kịch bản ướt năng suất lại tăng ở các vùng này do các hiện tượng khí hậu cực đoan không gay gắt lắm.

2. Năng suất tiềm năng và sự suy giảm năng suất do BĐKH

Kết quả bảng 2 cho thấy hầu hết năng suất lúa đều bị giảm vào các năm 2030 và 2050 (trừ Đồng bằng sông Cửu Long và Đông Nam Bộ có năng suất lúa tăng ở 2 kịch bản khô và kịch bản ướt). Nếu so sánh giữa 3 kịch bản thì năng suất lúa ở kịch bản của Bộ TN & MT có sự suy giảm là nhỏ nhất và tương đối đồng đều, hai kịch bản còn lại để có sự suy giảm năng suất mạnh. Với năng suất tiềm năng, (tính từ nguồn nhiệt độ và ánh sáng) nên không đánh giá được ảnh hưởng của kịch bản ướt và kịch bản khô. Tuy nhiên trong trường hợp tính các loại năng suất hạn chế do nước thì sự phụ thuộc vào đặc tính ướt của kịch bản rất lớn. Số liệu tính toán cũng cho thấy sự suy giảm năng suất trong giai đoạn trước năm

2030 là rất lớn. Năng suất suy giảm trong giai đoạn 2050 nhỏ hơn nhiều, sự suy giảm cũng khác nhau ở từng vùng sinh thái do có sự thay đổi về điều kiện thời tiết khí hậu khác nhau.

Năng suất ngô và đậu tương (bảng 3) giảm vào những năm 2030 và 2050. Tuy nhiên mức độ suy giảm của 2 loại cây này có khác nhau. Với cây ngô, năng suất suy giảm mạnh hơn ở hai kịch bản ISPL và GISS và giảm mạnh trong giai đoạn hiện tại đến năm 2030 và giảm ít hơn trong giai đoạn 2030 - 2050. Suy giảm năng suất ở kịch bản của Bộ TN & MT chỉ bằng khoảng một phần mười so với hai kịch bản ISPL và GISS.

Năng suất đậu tương còn có xu hướng tăng tại các vùng Đồng bằng sông Hồng và Bắc Trung Bộ theo kịch bản ISPL nhưng hầu hết năng suất đậu lại bị giảm trong các kịch bản GISS và Bộ TN & MT. Sự suy giảm năng suất đậu trong kịch bản của Bộ TN & MT là rất nhỏ, tối đa là - 250 kg/ha tại Tây Nguyên trong khi sự suy giảm năng suất lại rất lớn ở kịch bản GISS, dao động từ 26 đến 61% so với năng suất tham chiếu giai đoạn 1980 - 1999. Điều này hết sức quan trọng trong việc xác định cơ cấu giống cây trồng và mùa vụ thích hợp để tránh sự mất năng suất cây trồng do BĐKH gây ra.

3. Sự suy giảm năng suất do hạn chế nước

Với lúa xuân, năng suất giảm mạnh ở kịch bản khô (ISPL) và kịch bản Bộ TN & MT nhưng lại tăng ở kịch bản ướt (GISS) vì trong kịch bản khô và kịch bản MONRE thì ngoài việc nhiệt độ tăng lên, lượng mưa còn bị giảm đi trong mùa khô (kể cả vụ xuân) dẫn đến nước bị thiếu và ảnh hưởng đến năng suất cây trồng. Trong khi đó trong kịch bản ướt thì lượng mưa và độ ẩm không khí cao hơn, sự thiếu nước xảy ra yếu hơn, tác động suy giảm năng suất cũng nhẹ hơn. Trong vụ mùa, hầu như lượng nước mưa đáp ứng đủ cho sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng nên sự suy giảm năng suất do thiếu nước là không lớn lắm. Tuy nhiên tại các vùng Đông Bắc, Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên đối với kịch bản ướt và MONRE sẽ bị giảm đáng kể lượng mưa nên năng suất vẫn bị suy giảm mạnh. Với cây ngô thì năng suất trong kịch bản khô sẽ tăng nhẹ ở các vùng

ĐBSH, SCL, ĐNB và Tây Bắc từ nay đến năm 2030 nhưng sau đó bị giảm, giảm mạnh nhất là ở đồng Bắc và Tây Nguyên. Đối với kịch bản ướt, năng suất chỉ bị giảm ở Đông Bắc và Bắc Trung Bộ (giai đoạn 2050) do lượng mưa giảm.

Tuy nhiên, năng suất ở hầu hết các vùng sinh thái đều bị giảm với kịch bản MONRE. Với đậu tương, sự thay đổi về ẩm độ và lượng mưa của kịch bản ướt rất phù hợp cho sự sinh trưởng phát triển của đậu tương và tăng năng suất đậu tương rất mạnh. Tại một số vùng như ĐBSCL, Đông Nam Bộ, Tây Bắc (giai đoạn 2050), Bắc Trung Bộ sự thay đổi về ẩm độ và lượng mưa cũng thuận lợi hơn và tăng năng suất đậu tương lên đến trên 2500 kg/ha. Đối với kịch bản MONRE thì ở ĐBSH, Tây Bắc và Nam Trung Bộ sự thay đổi ẩm độ và phân bố mưa là thuận lợi hơn cho sự sinh trưởng phát triển của đậu tương và tăng năng suất đậu.

Bảng 2. Năng suất tiềm năng của lúa xuân và lúa mùa (kg/ha) ở giai đoạn tham chiếu 1980 - 1999, các năm 2030 và 2050 trong các vùng sinh thái nông nghiệp khác nhau

Vùng sinh thái	NS Tham chiếu (TC)	Kịch bản ISPL				Kịch bản GISS				Kịch bản MONRE			
		NS (kg/ha)		Mức giảm NS		NS (kg/ha)		Mức giảm NS		NS (kg/ha)		Mức giảm NS	
		2030	2050	2030 - TC	2050 - TC	2030	2050	2030 - TC	2050 - TC	2030	2050	2030 - TC	2050 - TC
Lúa xuân													
ĐBSH	10403	8232	8011	- 2172	- 2392	7210	6779	- 3194	- 3625	10184	9670	- 219	- 734
ĐBSCL	7544	7556	7914	12	369	8088	7789	544	245	7049	6864	- 495	- 681
Đông Nam Bộ	7541	8321	8597	780	1057	8069	7734	529	193	7163	6880	- 378	- 661
Tây Bắc	11636	8382	8216	- 3254	- 3420	10339	8807	- 1297	- 2829	10930	10301	- 706	- 1335
Đông Bắc	13838	8237	8175	- 5601	- 5663	9166	7924	- 4672	- 5914	13555	13294	- 283	- 544
Tây Nguyên	12056	7347	7168	- 4709	- 4888	8959	7861	- 3098	- 4195	11354	10826	- 702	- 1230
Bắc TB	10137	7784	7010	- 2352	- 3126	8183	7202	- 1953	- 2935	9870	9272	- 267	- 865
Nam TB	9525	7483	7290	- 2042	- 2236	9142	7850	- 383	- 1676	9156	8825	- 369	- 701
Lúa mùa													
ĐBSH	10403	9429	7708	- 975	- 2695	9240	8238	- 1163	- 2166	10184	9670	- 219	- 734
ĐBSCL	7005	5719	5424	- 1286	- 1581	6433	6345	- 572	- 660	6607	6398	- 398	- 607
Đông Nam Bộ	6998	5694	5599	- 1304	- 1399	6456	6366	- 542	- 631	6637	6501	- 361	- 497
Tây Bắc	11636	9648	7861	- 1988	- 3775	12605	11369	969	- 267	10930	10301	- 706	- 1335
Đông Bắc	13838	9778	7805	- 4061	- 6033	10898	9801	- 2940	- 4037	13555	13294	- 283	- 544
Tây Nguyên	12056	6731	5734	- 5325	- 6322	8174	7922	- 3883	- 4134	11354	10826	- 702	- 1230
Bắc Trung Bộ	10137	7525	6320	- 2612	- 3816	7032	6271	- 3104	- 3866	9870	9272	- 267	- 865
Nam Trung Bộ	9525	6839	5722	- 2686	- 3803	8433	8129	- 1092	- 1397	9156	8825	- 369	- 701

Bảng 3. Năng suất tiềm năng của ngô và đậu tương (kg/ha) ở giai đoạn tham chiếu 1980 - 1999, các năm 2030 và 2050 trong các vùng sinh thái nông nghiệp khác nhau.

Vùng sinh thái	NS	Kịch bản ISPL				Kịch bản GISS				Kịch bản MONRE			
	Tham chiếu	NS (kg/ha)		Mức giảm NS		NS (kg/ha)		Mức giảm NS		NS (kg/ha)		Mức giảm NS	
	(TC)	2030	2050	2030 - TC	2050 - TC	2030	2050	2030 - TC	2050 - TC	2030	2050	2030 - TC	2050 - TC
Ngô													
ĐBSH	11144	9069	8997	- 2075	- 2147	8420	7978	- 2724	- 3166	11034	10676	- 109	- 467
ĐBSCL	8249	7696	7268	- 553	- 982	8172	7920	- 77	- 329	7871	7666	- 378	- 583
Đông Nam bộ	8198	8174	7751	- 25	- 448	8199	7940	1	- 258	7862	7674	- 337	- 525
Tây Bắc	11595	9211	9153	- 2384	- 2442	10143	9187	- 1453	- 2408	11248	10825	- 348	- 770
Đông Bắc	12938	9155	9143	- 3783	- 3795	9356	8610	- 3582	- 4327	12648	12420	- 290	- 517
Tây Nguyên	11185	8264	7969	- 2921	- 3216	8964	8300	- 2220	- 2885	10810	10481	- 374	- 703
Bắc Trung bộ	10754	8604	8162	- 2150	- 2592	8640	7922	- 2114	- 2832	10640	10224	- 114	- 530
Nam Trung bộ	9526	8433	8158	- 1093	- 1368	9138	8381	- 388	- 1145	9288	9071	- 238	- 454
Đậu tương													
ĐBSH	3980	4311	4679	332	699	2499	2159	- 1481	- 1820	3932	3853	- 47	- 127
ĐBSCL	3153	2675	2930	- 478	- 223	1553	1095	- 1600	- 2058	3096	2912	- 56	- 241
Đông Nam bộ	3177	3233	2896	56	- 281	1543	1084	- 1634	- 2093	3000	2985	- 178	- 192
Tây Bắc	4194	3932	4561	- 262	367	3042	2658	- 1151	- 1535	4118	3947	- 75	- 247
Đông Bắc	4683	4080	4490	- 603	- 193	2772	2404	- 1911	- 2279	4632	4543	- 51	- 140
Tây Nguyên	4191	2762	3007	- 1429	- 1184	1911	1629	- 2280	- 2561	4063	3941	- 128	- 250
Bắc Trung bộ	3862	4760	4583	898	721	1902	1812	- 1960	- 2050	3813	3718	- 49	- 145
Nam Trung bộ	3598	2851	3098	- 747	- 500	1995	1753	- 1604	- 1845	3515	3395	- 84	- 203

IV. KẾT LUẬN

Từ những kết quả nghiên cứu chúng tôi có một số kết luận như sau:

Sự biến đổi khí hậu mặc dù ở kịch bản của Bộ TN & MT, kịch bản khô (ISPL) hay kịch bản ướt (GISS) thì sự tăng về nhiệt độ, biến đổi về chất lượng ánh sáng là theo hướng bất lợi cho sự sinh trưởng phát triển của cây trồng, dẫn đến năng suất tiềm năng bị giảm mạnh.

Sự thay đổi về ẩm độ và sự phân bố mưa có ảnh hưởng rất mạnh đến sinh trưởng phát triển của cây trồng. Với kịch bản ướt thì điều kiện độ ẩm và phân bố mưa theo hướng tích cực hơn, sinh trưởng phát triển của cây trồng tốt hơn và năng suất cao hơn. Đặc biệt trong mùa mưa thì lượng mưa trong kịch bản ướt là lớn hơn, năng suất cây trồng vì thế cũng tăng mạnh hơn trong vụ mùa. Tuy nhiên tại một số vùng nhỏ có sự thay đổi xáu đi mà năng suất cây trồng cũng bị giảm. Với kịch bản khô và kịch bản của Bộ TN & MT thì sự biến đổi về ẩm độ và phân bố mưa hầu như theo hướng xáu đi (ẩm độ thấp hơn, lượng mưa giảm rõ rệt) làm sinh trưởng phát triển của cây trồng giảm và năng suất cây trồng cũng bị giảm. Nhưng cũng tại một số vùng sự

biến đổi khí hậu lại tốt lên và năng suất cây trồng lại tăng lên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Boogaard, H. L., Van Diepen, C. A., Roetter, R. P., Cabrera, J. M. C. A. and Van Laar, H. H. (1998). WOFOST 7.1 User's guide for the WOFOST 7.1 crop growth simulation model and WOFOST Control Center 1.5, Alterra, Wageningen, The Netherlands. 143 pp.
- IPCC (2007), Climate Change, Synthesis Report
- IRMLA (2005), Systems research for integrated resource management and land use analysis in east and southeast asia, Wageningen University, The Netherlands.
- MONRE (2003), The initial statement of Vietnam for International Convention on climate change.
- MONRE (2009), Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Bộ Tài Nguyên và Môi trường.
- Tingju, Z. (2009), Climate Outlook to 2050: Selection of Climate Scenarios using Averaged Moisture Indices, EACC - Vietnam - Agriculture & Water.
- Mai Văn Trịnh và Trần Xuân Định (2005), Đánh giá tiềm năng năng suất của lúa, ngô và đậu tương trên vùng Đồng bằng sông Hồng sử dụng mô hình phát triển cây trồng, Tạp chí Khoa học đất 24, tr. 99 - 104.
- WB, (2007). The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis, World Bank Policy Research Working Paper 4136, February 2007.