

THAM SỐ HOÁ MÔ HÌNH ĐỘNG THÁI HÌNH THÀNH NĂNG SUẤT LÚA VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Ngô Tiền Giang

Trung tâm Nghiên cứu khí tượng nông nghiệp
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Đánh giá năng suất cây trồng qua từng giai đoạn sinh trưởng phát triển, dự báo năng suất của chúng trước khi thu hoạch là vấn đề vô cùng quan trọng. Thông qua đó ta có thể đánh giá được tác động của các biện pháp kỹ thuật, điều kiện ngoại cảnh ảnh hưởng như thế nào đối với năng suất cây trồng nhằm tận dụng tối đa tài nguyên khí hậu. Để nhận được những ảnh hưởng định lượng của điều kiện môi trường, trong đó có khí hậu, thời tiết lên năng suất cây trồng, đã có hàng loạt các mô hình tính toán, trong đó mô hình tính động thái ngày càng được áp dụng rộng rãi trong những nghiên cứu lý thuyết về khí tượng nông nghiệp (KTNN) và giải quyết những bài toán nghiệp vụ KTNN. Mô hình cho phép thực nghiệm số đánh giá tác động của thời tiết khí hậu đến từng giai đoạn sinh trưởng phát triển của cây trồng, thông qua đó có thể xác định được cơ cấu thời vụ hợp lý nhằm tận dụng tối đa tài nguyên sẵn có, hạn chế tác động của điều kiện thời tiết bất lợi trong những giai đoạn quan trọng của quá trình sinh trưởng và hình thành năng suất lúa. Mô hình cũng có thể ứng dụng dự báo năng suất cây trồng ngay từ lúc gieo trồng nếu biết thông tin điều kiện khí hậu trong vụ.

Báo cáo này trình bày một cách tổng quát nhất cấu trúc mô hình động thái hình thành năng suất lúa, các tham số đã xác định và kế thừa. Trong báo cáo này cũng trình bày các kết quả chạy thử nghiệm xác định năng suất trung bình tính của các tỉnh thuộc đồng bằng sông Cửu Long. Tuy nhiên để giải quyết một bài toán hoàn hảo về mô hình hoá quá trình hình thành năng suất hệ sinh thái nói chung và lúa nói riêng, cần thiết phải tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện các chỉ tiêu về nhiệt, ẩm, bức xạ, bốc thoát hơi tiềm năng trong từng khu vực cụ thể của Việt Nam, làm rõ bản chất vật lý của các quá trình trao đổi trong hệ thống "Đất - Cây trồng - Lớp không khí sát đất".

1. Mở đầu

Để đảm bảo an toàn lương thực, việc nắm bắt những thông tin khí tượng nông nghiệp để dự báo sinh trưởng, phát triển và năng suất cây trồng, xây dựng các phương án điều tiết thích hợp cho từng vùng là một đòi hỏi cấp bách. Ở nước ta, công tác nghiên cứu các phương pháp dự báo năng suất, sản lượng cây trồng đã được tiến hành từ nhiều năm nay. Ủy ban An ninh lương thực, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn cùng với sự hợp tác của Tổ chức Lương thực Thế giới (FAO) đã triển khai dự án "An toàn lương thực". Nhóm Dự báo mùa

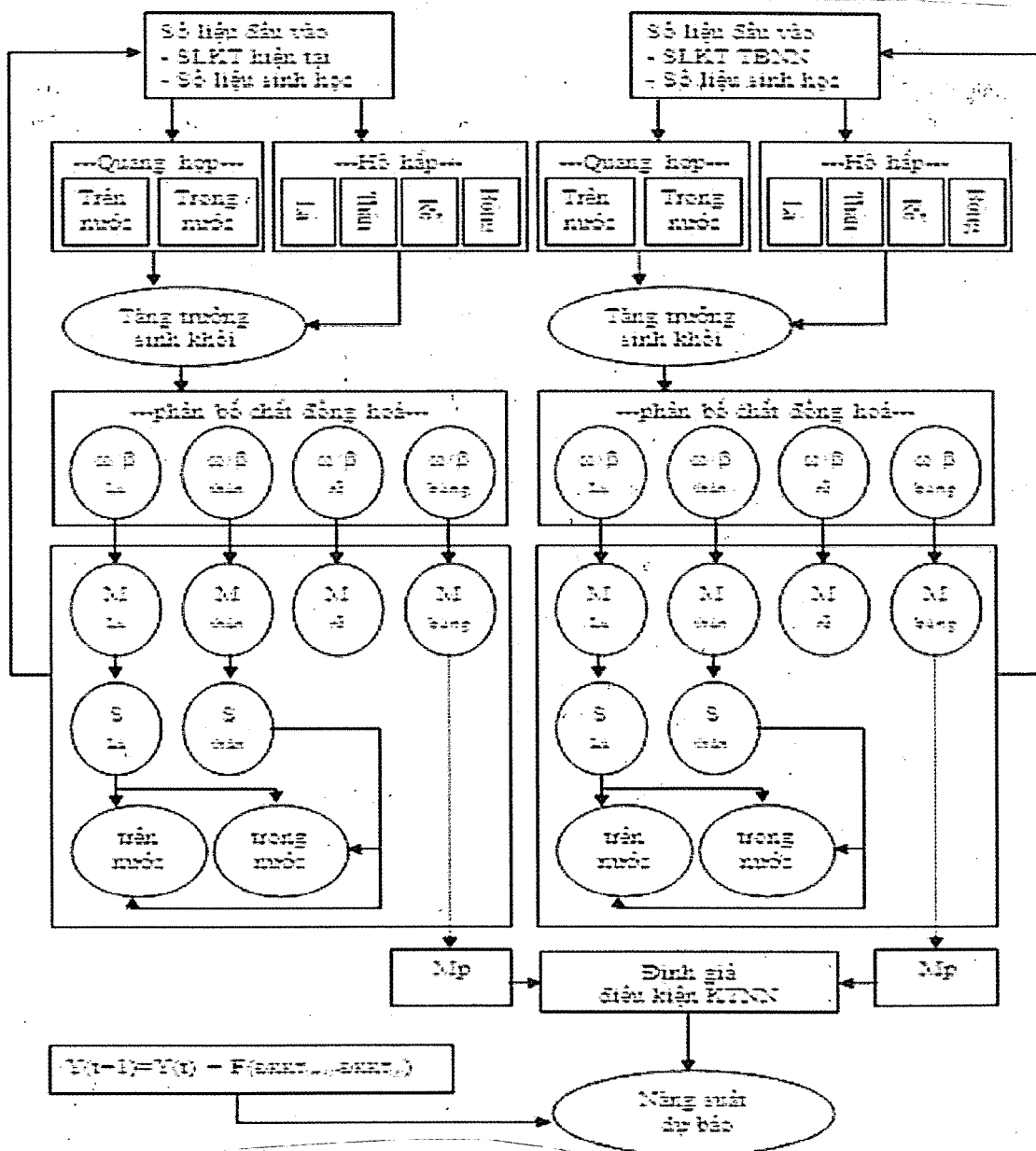
màng - thành viên của Ủy ban An ninh lương thực hàng tháng đang thực hiện công tác dự tính năng suất, sản lượng lúa theo đánh giá điều kiện sinh trưởng và phát triển của chúng ở các tỉnh. Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng nông nghiệp, thành viên của Nhóm dD báo mùa màng, mới chỉ đưa vào nghiệp vụ phương pháp thống kê dự báo năng suất lúa cho các tỉnh thuộc Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ.

Từ năm 1995 trở lại đây, dự báo năng suất lúa cho các tỉnh đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ đã được đưa vào công tác nghiệp vụ thường xuyên của Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng nông nghiệp -

Viện KTTV. Về cơ bản, những nghiên cứu này đã áp dụng các phương pháp thống kê, phân tích hồi quy từng bước và sàng lọc để chọn những mối tương quan chặt chẽ nhất cho dự báo năng suất lúa. Đối với khu vực đồng bằng sông Cửu Long vẫn chưa được nghiên cứu nhiều.

Xây dựng mô hình động thái đối với cây trồng nhằm mô tả một cách định lượng tác động của điều kiện thời tiết, khí hậu đối với cây trồng, trên cơ sở đó có thể mô phỏng được năng suất của một hệ sinh

thái trong những điều kiện cụ thể nào đó. Những mô hình động thái kết hợp cùng với mô hình thống kê cho phép dự báo được năng suất, sản lượng cây trồng dựa vào các điều kiện khí tượng, từ đó đưa ra những giải pháp về cơ cấu cây trồng, chế độ luân canh để đạt được hiệu quả kinh tế cao nhất. Trước những yêu cầu đặt ra, chúng tôi đã tiến hành tham số hoá mô hình động thái nhằm tăng cường hơn nữa khả năng phục vụ của khí tượng nông nghiệp đối với công tác dự tính, dự báo quá trình sinh trưởng, năng suất và sản lượng lúa ở ĐBSCL.



Sơ đồ cấu trúc mô hình động thái

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

Số liệu khí hậu: Tác giả đã sử dụng số liệu khí hậu được đo đạc tại các trạm thuộc khu vực đồng bằng sông cửu long bao gồm: Nhiệt độ không khí, ẩm độ không khí, số giờ nắng, lượng mưa, bức xạ tổng cộng.

Số liệu sinh học: Số liệu sinh học của lúa ở các thời kỳ sinh trưởng được tham khảo từ số liệu quan trắc nông nghiệp của Trạm Thực nghiệm khí tượng thủy văn nông nghiệp Trà Nóc và các trạm KTNN thuộc khu vực đồng bằng SCL bao gồm các chỉ tiêu trong 3 vụ đông xuân 1998 -1999; 1999 - 2000, 2000 – 2001, gồm: (1) Số nhánh / khóm, (2) Khối lượng chất khô các bộ phận (lá, thân, rễ, bông), (3) Diện tích lá, thân lúa, (4) Chiều cao thân, (5) Các yếu tố cấu thành năng suất (số bông/m², số hạt/bông, trọng lượng 1000 hạt), (6) Năng suất thực thu. Toàn bộ các khảo sát, đo đếm chỉ tiêu sinh học thực hiện theo đúng Quy phạm Quan trắc khí tượng nông nghiệp do Tổng cục Khí tượng Thủy văn ban hành năm 1977 và sửa đổi, bổ sung năm 2000.

Phương pháp xử lý số liệu, xác định các tham số của mô hình: Các số liệu sinh học và khí tượng nông nghiệp được xử lý theo các phương pháp phân tích, đánh giá, thống kê trong khí tượng nông nghiệp, phương pháp thí nghiệm đồng ruộng. Thiết lập các phương trình, xây dựng thuật toán theo V.Shiffer. Mô hình mô phỏng động thái năng suất lúa được xây dựng theo phương pháp mô phỏng năng suất lúa [14].

$$\Phi_{oi}^j = \frac{\Phi_{max i} \times \alpha_{\Phi i} \times I^j}{\alpha_{\Phi i} \times I^j + \Phi_{max i}}; \Phi_{tiT}^j = \Phi_{oiT}^j \times \alpha_{\Phi i}^j \times \psi_{\Phi i T}^j; \Phi_{tiD}^j = \Phi_{oiD}^j \times \alpha_{\Phi i}^j \times \psi_{\Phi i D}^j \quad (1)$$

Trong đó: $\Phi_{tiT/D}$ Cường độ quang hợp trong điều kiện thực tế (mgCO₂.dm⁻².giờ⁻¹),

$\alpha_{\Phi i}$ Đường cong quang hợp của từng bộ phận

$\psi_{\Phi i}^j$ Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với quang hợp.

Khác với quá trình quang hợp, hô hấp xảy ra ở tất cả các bộ phận của cây và được mô hình hoá bằng hai quá trình: Hô hấp sinh trưởng, hô hấp duy trì.

Hô hấp sinh trưởng tỷ lệ thuận với quang hợp

Cấu trúc mô hình: Năng suất cây trồng là một hàm số của đặc điểm giống, đất đai, chế độ canh tác và các điều kiện khí tượng nông nghiệp. Mô hình thể hiện chi tiết các mối liên hệ đó, cho phép đánh giá tổng hợp ảnh hưởng của từng yếu tố khí tượng, điều kiện thời tiết khí hậu trong từng giai đoạn sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây trồng. Ngoài ra, bằng mô hình động thái thống kê có thể xác định được các yếu tố khí hậu nông nghiệp - những nhân tố có ý nghĩa quan trọng trong phân tích và tính toán ứng dụng như: Tích ôn hữu hiệu, nhiệt độ ban ngày, nhiệt độ ban đêm, tổng lượng bức xạ, tổng lượng bức xạ quang hợp...

Mô hình động thái hình thành năng suất lúa là quá trình mô phỏng định lượng các quá trình quang hợp, hô hấp, sinh trưởng, chế độ bức xạ -nhiệt - ẩm trong quần thể ruộng lúa. Mô hình động thái gồm các khối:

- Khối quang hợp và hô hấp,
- Khối phân bố chất đồng hoá,
- Khối nhiệt - ẩm.

a. Mô hình hoá quá trình quang hợp và hô hấp

Mô hình tính toán quang hợp là một khối cơ bản của mô hình động thái. Đề tài sử dụng mô hình thực nghiệm của MonSSI-Sacki do Bu-đa-gôps-ki cải tiến trong tính toán quang hợp của quần thể và được xác định riêng biệt cho phần trên và dưới mặt nước trong điều kiện thực tế của môi trường quang hợp được xác định dựa trên phương trình của Polevoi A.N:

$$\text{của ruộng lúa:} \quad RG = C_G \times \Phi_{ob} \quad (2)$$

Trong đó: R_G - Cường độ hô hấp sinh trưởng (g/m².ngày),

C_G - Hệ số tiêu hao sinh khối cho sinh trưởng.

Hô hấp duy trì tỷ lệ với trọng lượng sinh khối khô của các bộ phận, phụ thuộc vào nhiệt độ và giai đoạn sinh trưởng của cây:

$$R_M^j = C_M \times \varphi_R^j \times (\alpha_{RL}^j \times m_L^j + \alpha_{RS}^j \times m_S^j + \alpha_{RR}^j \times m_R^j + \alpha_{RP}^j \times m_P^j) \quad (3)$$

Trong đó: R_M - Cường độ hô hấp duy trì độ sâu xác định.
(g/m².ngày),

C_M Hệ số hô hấp duy trì,

$m_{L,S,R,P}$ Sinh khối khô lá, thân, rễ, bông (g/m²),

α Ảnh hưởng của từng bộ phận đến cường độ hô hấp,

φ Ảnh hưởng của nhiệt độ nước đến hô hấp.

Cường độ hô hấp của cả cây Rob trong một ngày được xác định

$$R_{\text{Rob}} = R_{\text{JG}} + R_{\text{jm}} \quad (4)$$

Ảnh hưởng của nhiệt độ nước đến hô hấp đối với lúa có dạng:

$$\varphi_r^j = -0,0035 \times (T_{11}^j)^2 + 0,2214 \times (T_{11}^j) - 2,54 \quad (5)$$

Trong đó: T_{11} - Nhiệt độ nước trung bình ngày ở

b. Mô hình hoá quá trình phân bố chất đồng hoá

Sản phẩm đồng hoá được phân bố vào các cơ quan, bộ phận của cây làm cho chúng lớn dần đạt trọng lượng sinh khối tối đa theo phương trình tổng quát của Mamonov L.K:

$$\frac{dm^j}{dT} = \phi_{ob}^j - R_{ob}^j \quad (6)$$

Trong đó: $\frac{dm^j}{dT}$ - Tăng trưởng sinh khối của cây,

ϕ_{ob} - Tổng lượng quang hợp,

R_{ob} - Tổng lượng hô hấp.

Tốc độ thay đổi sinh khối từng bộ phận riêng biệt xác định theo phương trình sinh trưởng của A.N.Polevoi:

$$\begin{cases} \frac{dm_i^j}{dT} = \frac{\beta_i^j \times \phi_{ob}^j}{1 + C_i} - \frac{(\alpha_i^j \times C_{mi} \times \varphi_r^j + \omega_i^j) \times m_i^j}{1 + C_i} \\ \frac{dm_p^j}{dT} = \frac{\beta_p^j \times \phi_{ob}^j}{1 + C_p} - \frac{(\alpha_{rp}^j \times C_{mp} \times \varphi_r^j \times m_p^j - \sum_i^{1,S,R} (\omega_i^j \times m_i^j))}{1 + C_p} \end{cases} \quad (7)$$

Trong đó:

$\frac{dm_i^j}{dT}$ - Tốc độ sinh trưởng của bộ phận i
(g/m².ngày).

$\frac{dm_p^j}{dT}$ - Tốc độ sinh trưởng của bông (g/m².ngày).

C_{mi} - Tỷ lệ khối lượng bộ phận i trong cả cây giai đoạn j

C_i - Tỷ lệ khối lượng bộ phận i trong cả cây giai đoạn thu hoạch

C_{mp} - Tỷ lệ khối lượng bông trong cả cây giai đoạn i

C_p - Tỷ lệ khối lượng bông trong cả cây ở giai đoạn thu hoạch

Tốc độ thay đổi bề mặt đồng hoá xác định riêng cho phần trên và dưới nước:

Đối với phần dưới nước:

$$\frac{dL_{iD}^j}{dT} = \frac{dm_i^j}{dT} \times \frac{1}{\delta_i^j} \times \gamma_z^j \quad (8)$$

Đối với phần trên nước:

$$\frac{dL_{iT}^j}{dT} = \frac{dm_i^j}{dT} \times \frac{1}{\delta_i^j} \left(1 - \frac{Z^j}{h^j} \right) \quad (9)$$

Trong đó:

$\frac{dL_{iD}^j}{dT}$ $\frac{dL_{iT}^j}{dT}$ - Thay đổi diện tích bề mặt đồng hoá trong nước, trên nước

δ_i - Trọng lượng riêng của bộ phận i,

z - Độ sâu lớp nước ruộng (m),

h - Chiều cao cây (m),

$$\text{Phần trên nước: } I_T^j = \frac{I_{on}^j}{1 + C_Q \times L_T^j}; \quad \text{Phần dưới nước: } I_D^j = \frac{I_{on}^j}{1 + C_Q \times L_D^j} \quad (10)$$

Được xác định cụ thể cho:

$$\text{Trên bề mặt } I_{on}^j = 0,5 \times \frac{Q_n^j}{60 \times \tau_d}; \quad \text{bên trong quần thể tại độ sâu Z: } I_{on}^j = 0,5 \times \left(\frac{Q_n^j}{60 \times \tau_d} \right) \quad (11)$$

Nhiệt độ không khí trung bình ban ngày bên trong quần thể lúa Td xác định theo công thức của Z.A.Misenko:

$$T_{dj} = d_1 + d_2 \times T_{\max} \quad (12)$$

Trong đó: $T_{\max}$ - Nhiệt độ không khí tối cao trung bình.

d_1 và d_2 - Các tham số.

Nhiệt độ nước ban ngày được xác định theo công thức:

$$T_{dn}^j = \sigma \times T_d^j = \sigma \times (d_1 + d_2 \times T_{\max}^j) \quad (13)$$

Trong đó: T_{dn} - Nhiệt độ nước ban ngày,

σ - Hệ số chuyển đổi.

Nhiệt độ nước trung bình ở độ sâu nhất định được tính qua nhiệt độ không khí theo công thức:

$$T_x^j = A \times T_s + B \quad (14)$$

Trong đó: T_x - Nhiệt độ trung bình nước,

T_s - Nhiệt độ không khí trung bình,

A, B - Các hệ số.

Độ sâu lớp nước trong ruộng lúa được xác định theo phương trình cân bằng nước ở dạng rút gọn cho ruộng lúa:

$$Z = (0,1 \times P + O - T_r - E_o - 0,1 \times \phi) \times 10^3 \quad (15)$$

Trong đó: Z- Lớp nước (m),

O - Tổng lượng mưa (mm),

P - Lượng nước cần thiết để tạo nên lớp nước

c. Mô hình hoá chế độ nhiệt nước ruộng lúa

Cường độ bức xạ hoạt động quang hợp trong quần thể (PAR) được xác định theo A.I.Budagoxki:

Z (m^3/ha),

T_r - Lượng nước bốc hơi trong ruộng lúa,

E_o - Bốc hơi tiềm năng,

ϕ - Cường độ thấm (m^3/ha).

Bốc thoát hơi tiềm năng từ ruộng lúa theo từng bước thời gian, đề tài sử dụng phương pháp cân bằng nhiệt.

3. Kết quả và thảo luận

Tác giả đã tiến hành lập mô hình và tiến hành chạy thử nghiệm cho các tỉnh thuộc đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả của mô hình là các hệ số định giá điều kiện KTNN và năng suất trung bình tỉnh cho từng vụ, năm cụ thể. Thông qua mô hình này đã tính toán được năng suất cho từng vụ/năm đối với 12 tỉnh ĐBSCL (từ 1985-2002). Tác giả đã tiến hành kiểm nghiệm để xác định khả năng sử dụng mô hình này trong đánh giá năng suất lúa cho vùng ĐBSCL. Kết quả kiểm nghiệm mô hình động thái được đưa ở bảng 1.

Từ bảng 1 có thể thấy: Đối với lúa vụ đông xuân có 10/12 tỉnh cho kết quả tính năng suất dự báo với mức bảo đảm trên 75 %, trong đó có 4 tỉnh đạt mức bảo đảm 100 %; 2 tỉnh còn lại có mức bảo đảm 71 % (Trà Vinh) và 53 % (Sóc Trăng). Có 5/12 tỉnh không có trường hợp sai số vượt 10 %; 3/12 tỉnh có tỷ lệ sai số vượt 10 % cao, đó là: Bến Tre với tỷ lệ trường hợp có sai số vượt 10 % là 25 %, Sóc Trăng - 47 % và Cà Mau - 50 % trong đó cả 50 % sai số đều cao hơn 15 %.

Kết quả kiểm chứng mô hình động thái có nhiều trường hợp sai số lớn. Điều này có thể lý giải bởi một số nguyên nhân chính sau: (1) sự đáp ứng về số liệu sinh học cho đầu vào của mô hình chưa được đầy đủ do không có số liệu thực nghiệm cho tất cả các tỉnh ĐBSCL mà chỉ có số liệu thực nghiệm tại Trạm thực nghiệm KTN Trà Nóc, (2) mô hình chưa tính đến mô đun thủy văn do chưa có số liệu được đáp ứng. Đây là những hạn chế mà nếu có điều kiện kinh phí, cần đi sâu nghiên cứu thêm đối với mô hình động thái.

Tuy vậy, có thể thấy mô hình tính năng suất được chọn hoạt động khá nhạy và đồng pha trong những năm dự thường có hạn hán, lũ lụt. Tuy nhiên, ngoài những yếu tố đã được tính đến trong mô hình có thể

giải thích những trường hợp có sai số lớn, vẫn còn có những yếu tố và nguyên nhân khác chưa được tính đến. Đó có thể là các yếu tố về độ chua, mặn, sâu bệnh hại hoặc sai số ngẫu nhiên ... mà do số liệu thu thập được quá ít hoặc không có, chưa đủ điều kiện để đưa vào tính toán trong mô hình thống kê. Vì vậy, khi sử dụng các phương án được chọn theo mô hình thống kê thời tiết - cây trồng để dự báo năng suất lúa cho các tỉnh ĐBSCL, cần lưu ý đến tình hình và diễn biến bất thường của các hiện tượng sâu bệnh hại lúa, độ chua phèn, độ mặn ... trong vụ cần dự báo. Trong trường hợp các yếu tố này có giá trị đột biến, cần có cảnh báo khả năng năng suất lúa có thể giảm và thấp hơn giá trị dự báo do những dự thường trên.

Bảng 1. Kết quả tính toán năng suất lúa các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long

Tỉnh	Vụ đông xuân			Vụ mùa		
	Sai số chuẩn (tạ/ha)	Sai số tối đa (tạ/ha)	Mức bảo đảm (%)	Sai số chuẩn (tạ/ha)	Sai số tối đa (tạ/ha)	Mức bảo đảm (%)
An Giang	1,4	2,3	100	3,3	7,1	91
Bạc Liêu	0,4	-1,1	100	9,5	17,5	18
Bến Tre	6,5	-14,3	81	3,2	6,6	71
Cà Mau	3,4	8,4	75	2,7	4,4	65
Cần Thơ	3,3	-7,0	93	2,5	4,4	100
Đồng Tháp	2,4	5,0	88	4,2	-9,0	92
Kiên Giang	5,5	-12,4	88	3,4	6,1	59
Long An	1,6	-2,6	100	3,5	-6,0	59
Sóc Trăng	4,7	7,8	53	2,6	5,1	81
Tiền Giang	4,4	-8,4	88	4,6	9,7	70
Trà Vinh	5,9	-10,5	71	5,3	9,0	67
Vĩnh Long	1,6	3,3	100	3,2	-6,2	100

4. Kiến nghị

Từ các kết quả nhận được tài tác giả có một số kiến nghị cần được tiếp tục nghiên cứu giải quyết những vấn đề sau:

1) Tham số có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình quang hợp và hô hấp của lúa là chất lượng nước trong ruộng lúa song chưa được đề cập đến trong mô hình nên ở phạm trù nào đó đã làm giảm độ nhạy của mô hình trong tính toán. Vì vậy cần được

tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện.

2) Khi xác định các tham số của mô hình, đề tài đã kế thừa và sử dụng các tài liệu trong và ngoài nước để tính:

- Giá trị của tham số chuyển đổi CO₂ sang sinh khối.
- Cường độ quang hợp của lúa phần trên mặt nước.