

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU NÔNG NGHIỆP ĐẾN NĂNG SUẤT LÚA ĐÔNG XUÂN Ở TỈNH NAM ĐỊNH

TS. Nguyễn Văn Viêt, KS. Nguyễn Hồng Sơn
Trung tâm Nghiên cứu khí tượng nông nghiệp, Viện KTTV

Sự ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nông nghiệp đối với năng suất lúa đông xuân đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu. Đối với tỉnh Nam Định, một trong những tỉnh trọng điểm nông nghiệp của đồng bằng Bắc Bộ thì nghiên cứu ảnh hưởng của khí hậu đến năng suất lúa rất quan trọng. Thực tế đã chứng minh rằng, không thể thu được năng suất lúa cao và ổn định nếu không biết được vai trò của các điều kiện khí hậu nông nghiệp để khai thác chúng một cách hợp lý.

1. Xác định năng suất lúa xu thế theo phương pháp trọng lượng điều hoà

Cơ sở của phương pháp

Giả sử có một chuỗi số liệu năng suất lúa theo thời gian Y_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

Dựa theo phương pháp này để thay cho xu thế thực, với một xấp xỉ nào đó, người ta chấp nhận một đường gấp khúc san bằng số điểm cho trước của một chuỗi số liệu năng suất theo thời gian Y_i . Những đoạn thẳng riêng biệt của đường gấp khúc (xu thế trượt) đại diện cho một pha. Mỗi pha của xu thế trượt được thể hiện bằng một phương trình đường thẳng.

$$Y_i(t) = a_i + b_i t \quad (i = 1, 2, \dots, n - k + 1) \quad (1)$$

Trong đó: $k < n$ (k - bước trượt, n - số điểm được san bằng của chuỗi). Tổng số phương trình là $(n - k + 1)$, khi $i = 1, t = 1, 2, \dots, k$; $i = 2, t = 2, 3, \dots, k + 1$; khi $i = 3, t = 3, 4, \dots, k + 2 \dots$; $i = n - k + 1, t = n - k + 1$. Các thông số a và b của phương trình, được xác định bằng phương pháp bình phương tối thiểu.

Các giá trị của hàm $Y_i(t)$ được xác định ở các điểm $t = i + n - 1$ ($n = 1, 2, \dots, k$). Số lần xác định $Y_i(t)$ trong từng điểm t được ký hiệu qua S_i . Các điểm của xu thế trượt là giá trị trung bình của $Y_i(t)$ và được xác định theo biểu thức:

$$Y_j(t) = \frac{1}{g_j} \sum_{i=1}^{S_j} Y_i(t), \quad j = 1, 2, \dots, g_j \quad (2)$$

Để sự ngoại suy bảo đảm tin cậy theo phương pháp trọng lượng điều hoà cần phải thoả mãn các điều kiện sau đây:

1) Khoảng thời gian mà trong đó quá trình được xem xét phải đủ lớn để trong khoảng thời gian đó có thể theo dõi được quy luật thay đổi của quá trình đang được nghiên cứu: hàm $\gamma_i(t)$ liên tục, còn bản thân quá trình đó phải có tính ÷ nào đó, và 2) Hàm tự tương quan của chuỗi được xem xét cần phải giảm khi τ tăng, còn các độ lệch so với xu thế trượt cần phải là một quá trình ngẫu nhiên.

Phương pháp trọng lượng điều hoà bao hàm hai điều kiện tiên quyết trên. Việc tính toán theo phương pháp trọng lượng điều hoà được tiến hành như sau: Giá trị xu thế cần dự báo của chuỗi năng suất lúa theo thời gian được viết theo biểu thức sau đây: $\bar{Y}_{t+1} = \bar{Y} + \bar{W}_{t+1}$ (3)

Trong đó: \overline{W}_{t+1} - giá trị tăng trưởng trung bình của hàm $\gamma_t(t)$. Giá trị này được tính theo công thức:

$$\overline{W}_{t+1} = \sum_{i=1}^n C_{t+1}^n * W_{t+1} \quad (4)$$

Trong đó: \overline{W}_{t+1} - giá trị tăng trưởng của hàm $\gamma_t(t)$ được xác định qua biểu thức:

$$W_{t+1} = f(t_{t+1}) - f(t) = \overline{Y}_{t+1} - \overline{Y}_t \quad (5)$$

C_{t+1}^n - trọng lượng điều hoà và được xác định theo biểu thức

$$C_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{n-1} \quad (6)$$

Trong đó: m_{t+1} - hệ số điều hoà.

Khi tính các hệ số điều hoà, tư tưởng chính của phương pháp vẫn giữ được: những quan trắc muộn hơn được gán những trọng lượng lớn hơn. Những quan trắc sớm nhất có trọng lượng:

$$m_2 = \frac{1}{n-1} \quad (7)$$

$$m_3 = m_2 + \frac{1}{n-2} \quad (8)$$

Và như vậy, chuỗi các trọng lượng điều hoà được xác định theo phương trình:

$$m_{t+1} = m_t + \frac{1}{n-t} \quad (9)$$

Với giá trị ban đầu của chuỗi được xác định theo phương trình (9).

Cuối cùng, việc ngoại suy năng suất xu thế được tiến hành theo biểu thức sau đây:

$$Y_{t+1} = Y_t + \overline{W} \quad (10)$$

Kết quả tính năng suất xu thế lúa đông xuân trong vòng 15 vụ gần đây theo phương pháp trên được thể hiện ở bảng 1.

Như đã biết, độ lệch năng suất so với đường xu thế là do sự dao động của các yếu tố khí hậu tạo nên. Trong nghiên cứu khí tượng nông nghiệp, năng suất cây trồng được xem xét dưới dạng 2 thành phần: phần năng suất do các hoạt động sản xuất của con người tạo nên (bao gồm giống cây trồng, phân bón, chăm sóc...) và phần do các yếu tố khí hậu tạo nên. Vì vậy, phương sai của năng suất do khí hậu tạo nên được tính như sau:

$$\delta_K^2 = \delta_C^2 - \delta_n^2 \quad (11)$$

Biết rằng:

$$\delta_C^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \overline{Y})^2}{n-1} \quad (12)$$

$$\delta_n^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_{xt} - \overline{Y})^2}{n-1}$$

Như vậy:

$$\delta_k^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2 - \sum_{t=1}^n (Y_{xt} - \bar{Y})^2}{n-1} \quad (13)$$

Trong đó:

Y_t - năng suất thực từng năm (vụ) cụ thể, Y_{xt} - năng suất xu thế trong từng năm (vụ), \bar{Y} - năng suất trung bình của thời kỳ (chuỗi) xem xét, n - số năm (vụ) xem xét, δ_k - phương sai năng suất do dao động khí hậu,

δ_c - phương sai chung của năng suất, δ_n - phương sai năng suất do con người tạo nên.

Bảng 1. Năng suất xu thế (tạ/ha) lúa đông xuân tại tỉnh Nam Định

Năm Huyện	Hải Hậu	Nghĩa Hưng	Xuân Thủy	Nam Ninh	Ý Yên	Vụ Bản	TP Nam Định	Tỉnh
1987-1988	37,2	32,3	31,3	30,8	21,6	22,5	20,6	29,4
1988-1989	46,9	44,2	35,5	42,7	30,9	31,2	29,8	38,6
1989-1990	49,2	48,5	34,6	44,8	33,4	33,8	33,0	40,7
1990-1991	48,7	46,3	34,6	37,7	25,4	27,5	26,4	36,6
1991-1992	51,8	45,3	39,0	33,6	15,0	18,2	18,9	33,7
1992-1993	62,5	54,5	52,7	47,1	27,4	30,5	29,1	45,7
1993-1994	67,0	64,1	64,1	58,7	43,3	44,3	36,9	56,6
1994-1995	69,4	65,4	67,4	60,2	47,5	46,4	37,2	59,0
1995-1996	71,7	64,4	68,9	60,2	50,1	50,3	42,5	60,6
1996-1997	74,0	69,2	72,9	62,7	52,7	54,6	44,7	63,4
1997-1998	76,1	74,8	76,1	66,5	53,6	56,2	43,6	64,9
1998-1999	76,3	74,0	76,6	67,4	54,5	55,7	49,4	65,1
1999-2000	76,0	73,7	76,6	70,2	55,2	55,6	52,9	65,8
2000-2001	76,5	75,4	76,8	73,6	55,5	55,9	53,4	67,0
Trung bình	1,4	1,7	1,9	2,5	1,6	1,4	2,3	1,6

Chúng ta biết rằng, các điều kiện khí hậu nông nghiệp ở từng năm (vụ) không giống nhau, nên năng suất giữa các năm (vụ) là khác nhau. Vì vậy, để định giá sự dao động năng suất tốt nhất là sử dụng hệ số biến động C_v :

$$C_v = \frac{\delta}{\bar{Y}} \quad (14)$$

Ở đây chỉ quan tâm đến sự biến động năng suất do khí hậu thời tiết tạo nên:

$$C_k = \frac{\delta_k}{\bar{Y}} = \frac{1}{\bar{Y}} \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2 - \sum_{t=1}^n (Y_{xt} - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (15)$$

Trong đó C_k là hệ số biến động năng suất do khí hậu thời tiết tạo nên (hay còn gọi là hệ số biến động khí hậu của năng suất).

Kết quả tính toán hệ số biến động năng suất do dao động khí hậu của lúa đông xuân ở 7 huyện và thành phố Nam Định theo các huyện được thể hiện trên bảng 2.

Bảng 2. Hệ số biến động của năng suất do dao động khí hậu của lúa đông xuân ở tỉnh Nam Định

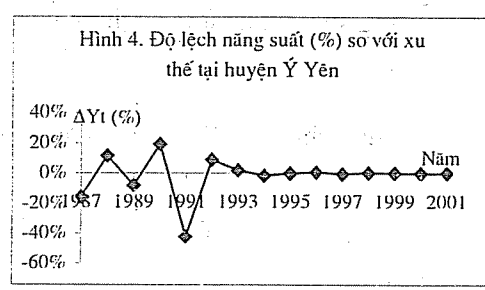
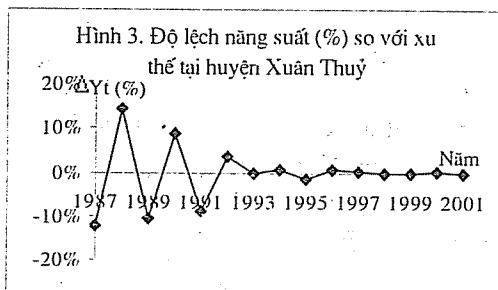
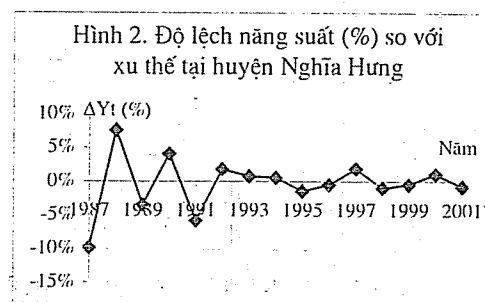
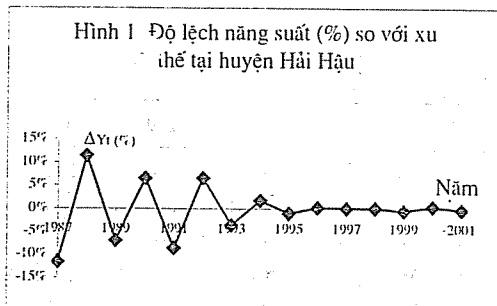
Huyện	Hải Hậu	Nghĩa Hưng	Xuân Thủy	Nam Ninh	Ý Yên	Vụ Bản	TP Nam Định	Toàn tỉnh
C_k	0,07	0,06	0,06	0,08	0,11	0,11	0,11	0,08

Bảng 2 cho thấy rằng sự biến động của năng suất lúa do khí hậu ở các huyện tại tỉnh Nam Định tương đối lớn: khoảng 6%-7% ở 4 huyện ven biển (huyện Nghĩa Hưng, huyện Xuân Thủy, Nam Ninh và Hải Hậu) đến 11% tại các huyện ở vùng trũng (huyện Ý Yên, huyện Vụ Bản, thành phố Nam Định).

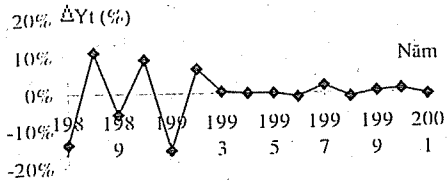
Theo [1], sự dao động của năng suất cây trồng ($\eta Y_t = Y_t - Y_{xt}$) so với năng suất xu thế là do sự chênh lệch của các điều kiện khí tượng nông nghiệp trong các chu kỳ sinh trưởng ở từng năm (vụ) cụ thể so với điều kiện trung bình. Trị số chênh lệch giữa năng suất thực tế so với năng suất xu thế được gọi là thành phần năng suất khí tượng của cây trồng. Paxop V.M cho rằng "thành phần năng suất khí tượng của cây trồng" (ηY_t) ở từng năm (vụ) cụ thể được xác định bằng tỷ số giữa độ lệch năng suất thực và năng suất xu thế với năng suất xu thế biểu diễn bằng %. Công thức tính có dạng:

$$\eta Y_t = \frac{Y_t - Y_{xt}}{Y_{xt}} * 100 \quad (16)$$

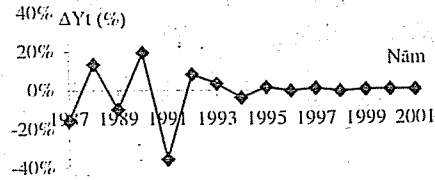
Trên hình 1 - 8 biểu diễn sự diễn biến của thành phần năng suất khí tượng của năng suất lúa đông xuân ở tỉnh Nam Định (bằng %) so với năng suất xu thế.



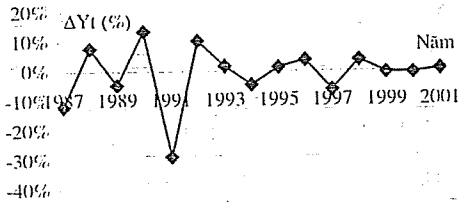
Hình 5. Độ lệch năng suất (%) so với xu thế tại huyện Nam Ninh



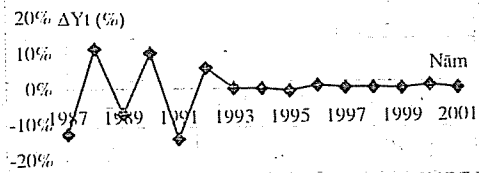
Hình 6. Độ lệch năng suất (%) so với xu thế tại huyện Vụ Bản



Hình 7. Độ lệch năng suất (%) so với xu thế tại Thành phố Nam Định



Hình 8. Độ lệch năng suất (%) so với xu thế của toàn tỉnh



Từ các hình vẽ trên nhận thấy rằng từ 1993 trở về trước, độ lệch năng suất lúa đông xuân so với xu thế là tương đối lớn. Có 2 nguyên nhân chủ yếu dẫn đến tình trạng đó là: 1) Sự biến động lớn của các điều kiện khí tượng nông nghiệp trong những vụ đó, và 2) Trong thời kỳ này các giống lúa được sử dụng là các giống chín muộn được gieo cấy trong thời vụ sớm đến chính vụ. Từ 1993 trở lại đây (đến vụ đông xuân 200 - 2001), năng suất lúa đông xuân tương đối ổn định ($\eta_{Yt} < 5\%$) là do sử dụng nhiều giống xuân muộn, được gieo cấy ở các thời vụ muộn hơn với những điều kiện thời tiết biến động ít hơn so với các thời vụ sớm và chính vụ như các vụ đông xuân trước 1993.

2. Tính toán và dự báo năng suất lúa đông xuân tỉnh Nam Định

Để đơn giản hoá trong tính toán và dự báo năng suất lúa đông xuân, trước tiên khảo sát tính đồng pha giữa sự dao động của các yếu tố thời tiết khí hậu và sự dao động của năng suất lúa đông xuân. Sự dao động của các yếu tố thời tiết khí hậu (các yếu tố khí hậu nông nghiệp) được xác định bằng cách tính sự chênh lệch của các yếu tố đó ở vụ sau so với vụ trước theo từng tuần. Sự dao động của năng suất được tính bằng cách tính chênh lệch năng suất vụ sau so với vụ trước. Ở đây việc xét dấu đồng pha của các yếu tố thời tiết khí hậu được dựa trên số liệu khí tượng tuần với chuỗi số liệu khí tượng ngày trong 41 năm (1961 - 2001) và sự dao động của năng suất lúa đông xuân được xem xét theo chuỗi số liệu của 25 vụ (1976 - 2001).

Để xét dấu biến động của năng suất vụ sau so với vụ trước với độ lệch các yếu tố khí tượng nông nghiệp vụ sau so với vụ trước theo tuần, chúng tôi sử dụng hệ số Fecner có dạng:

$$\phi = \frac{K_d - K_k}{K_d + K_k} \quad (17)$$

Trong đó:

ϕ - hệ số Fecner,

Kd - số trường hợp có độ lệch cùng dấu,
Kk - số trường hợp có độ lệch khác dấu.

Công thức trên cho biết hệ số Fecner lớn khi hiệu số giữa đại lượng cùng dấu (Kd) và không cùng dấu (Kk) lớn. Hệ số bằng 1 khi Kk = 0 và có giá trị âm khi Kk > Kd. Hệ số Fecner còn áp dụng để xét sự biến thiên đồng pha của các yếu tố khí hậu thời tiết giữa 2 vụ với nhau so với trung bình nhiều năm.

Kết quả tính toán hệ số Fecner giữa dao động năng suất với dao động của các yếu tố khí tượng nông nghiệp được thể hiện ở bảng 3.

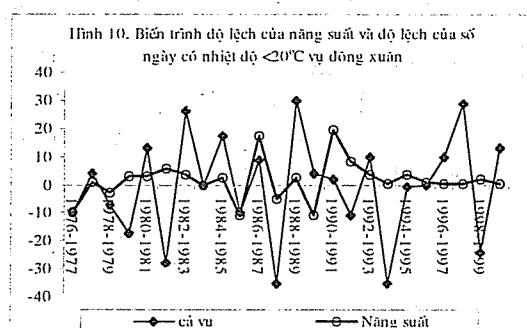
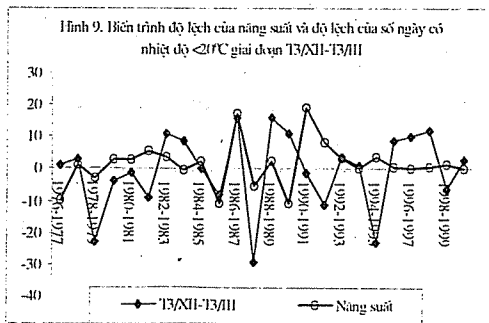
Bảng 3. Hệ số Fecner giữa dao động năng suất với dao động của các yếu tố KTNN

Tích nhiệt				Số ngày nhiệt độ $\leq 20^{\circ}\text{C}$			
1/XI-2/XII	3/XII-3/III	1/IV-3/V	Cả vụ	1/XI-2/XII	3/XII-3/III	1/IV-3/V	Cả vụ
-0,43	0,14	0,14	-0,00	0,00	0,43	0,29	0,29
Mưa				Nắng			
1/XI-2/XII	3/XII-3/III	1/IV-3/V	Cả vụ	1/XI-2/XII	3/XII-3/III	1/IV-3/V	Cả vụ
0,29	0,14	0,00	0,43	0,00	-0,29	-0,43	-0,29

Từ giá trị của hệ số Fecner ở bảng 3 có thể biết được sự dao động của năng suất và tích nhiệt, lượng mưa, số giờ nắng và số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ trong nhiều vụ là khác nhau.

Như đã phân tích ở các phần trước và kết quả ở bảng 3 cho thấy, độ lệch năng suất lúa đòng xuân trung bình toàn tỉnh có quan hệ đồng pha với số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ ($k=0,43$ ở giai đoạn T3/XII - T3/III). Thực tế thấy rằng vào vụ đông xuân 1990-1991, số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ trong giai đoạn T3/XII-T3/III: 47 ngày và năng suất đạt 28,96 tạ/ha. Trong vụ đông xuân 1995-1996, 82 ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$, năng suất là 63,82 tạ/ha. Như vậy, vụ đông xuân nào trong giai đoạn T3/XII-T3/III có số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ càng lớn thì năng suất cao. Kết luận đó đã được chứng minh trong các kết quả nghiên cứu trước đây của chúng tôi đối với đồng bằng Bắc Bộ và cũng phù hợp với tỉnh Nam Định.

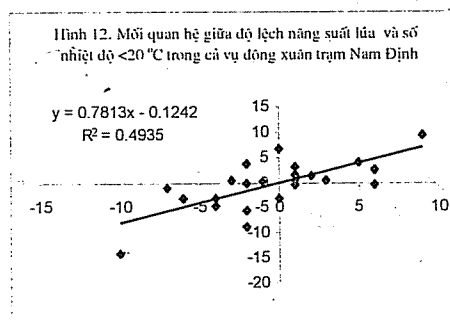
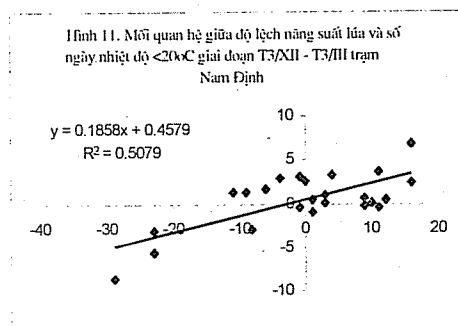
Hình 9 và 10 cho thấy rõ hơn về sự đồng pha của dao động năng suất lúa với dao động của số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ trong giai đoạn từ tuần 3 tháng XII đến tuần 3 tháng III ở Nam Định.



Để đánh giá mối quan hệ định lượng giữa số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ và năng suất lúa đông xuân, chúng tôi đã tính hệ số tương quan và phương trình hồi quy tuyến tính giữa độ lệch năng suất (ΔY) lúa đông xuân trung bình tỉnh Nam Định (vụ sau so với vụ trước) với độ lệch số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ (Δx) (vụ sau so với vụ trước) của trạm Nam Định, kết quả tính toán được thể hiện trên hình 11 và 12.

Rõ ràng từ hình 11 và 12 cho thấy độ lệch năng suất trung bình tỉnh Nam Định có quan hệ khá chặt chẽ với số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ ($R^2 = 0,51$ trong giai đoạn tuần 1 tháng XII đến hết tháng III và bằng 0,49 cho cả vụ).

Dựa vào phương trình tương quan giữa độ lệch năng suất trung bình tỉnh Nam Định với số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ trong giai đoạn từ tuần 3 tháng XII đến hết tháng III của trạm Nam Định ta có thể nhận định được năng suất lúa đông xuân của tỉnh trước 2 tháng.



Để xác định (dự báo) năng suất lúa trung bình toàn tỉnh chính xác hơn có thể dùng phương trình hồi quy nhiều biến sau đây:

$$Y(t+1) = Y(t) - 0,096(S_{t+1} - S_t) + 0,1013(N_{t+1} - N_t) + 3 \quad (18)$$

$$R^2 = 0,67 \quad (r=0,82)$$

Trong đó:

$Y(t+1)$ - năng suất vụ cần tính (cần dự báo),

Y_t - năng suất lúa đông xuân vụ trước đó,

$N(t+1)$ - số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ trong giai đoạn từ tuần 3 tháng XII đến tuần 3 tháng III vụ cần tính,

$N(t)$ - số ngày có nhiệt độ không khí trung bình $< 20^{\circ}\text{C}$ trong giai đoạn tuần 3 tháng XII đến tuần 3 tháng III vụ trước đó,

$S(t+1)$ - tích nhiệt trong giai đoạn từ tuần 1 tháng IX đến tuần 2 tháng XII vụ cần tính,

$S(t)$ - tích nhiệt giai đoạn từ tuần 1 tháng IX đến tuần 2 tháng XII vụ trước đó,

R - hệ số tương quan.

Dựa vào phương trình này có thể dự báo được năng suất lúa đông xuân của tỉnh trước khi thu hoạch 2 tháng với độ chính xác cao. Trên cơ sở dự báo đó, có những biện pháp kỹ thuật nông nghiệp để ứng phó với thời tiết trong thời gian còn lại của vụ đông xuân nhằm nâng cao năng suất trên mức dự báo.

3. Kết luận

Bài báo này là một phần kết quả của đề tài hợp tác nghiên cứu giữa Trung tâm Nghiên cứu khí tượng nông nghiệp, Viện Khí tượng Thủy văn với Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn tỉnh Nam Định về “Xác định thời vụ lúa xuân trở tối ưu tỉnh Nam Định”. Từ những kết quả đã trình bày có thể rút ra một số kết luận sau đây:

1. Các điều kiện khí hậu nông nghiệp có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình hình thành năng suất lúa xuân ở tỉnh Nam Định. Hệ số biến động năng suất do khí hậu ở mỗi huyện mỗi khác, trung bình hệ số C_k ở các huyện dao động từ 0,06 đến 0,11.

2. Để dự báo năng suất lúa trung bình tỉnh trong vụ đông xuân cho tỉnh Nam Định trước khi thu hoạch từ 2-3 tháng có thể dùng phương trình hồi qui nhiều biến. Từ kết quả dự báo có thể tư vấn cho các nhà quản lý, chỉ đạo sản xuất về biện pháp kỹ thuật thích hợp để đảm bảo năng suất lúa theo kế hoạch của tỉnh.

3. Để nâng cao kết quả dự báo năng suất lúa trong vụ đông xuân, cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện các mô hình dự báo với nhiều tham số, đồng thời cũng nên xây dựng các phương trình dự báo cho từng huyện cụ thể nhằm nâng cao giá trị ứng dụng và hiệu quả kinh tế của các bản tin dự báo năng suất lúa đối với tỉnh Nam Định.

Tài liệu tham khảo

1. Polevoi A.N. *Lý thuyết và phương pháp tính năng suất cây nông nghiệp.* - NXB Leningrad, 1982.