

KẾT QUẢ XÁC ĐỊNH CÁC THAM SỐ CỦA MÔ HÌNH ĐỘNG THÁI HÌNH THÀNH NĂNG SUẤT, HẤP THỤ NITƠ TỪ ĐẤT VÀ CHẤT LƯỢNG HẠT CỦA ĐẬU TƯƠNG TRONG VỤ ĐÔNG Ở ĐỒNG BẰNG VÀ TRUNG DU BẮC BỘ

KS. Nguyễn Văn Liêm - Viện Khí tượng Thủy văn

Khi xây dựng một mô hình động thái hình thành năng suất của bất kỳ cây trồng nào nhất thiết phải tiến hành xác định giá trị của các tham số sẽ áp dụng trong mô hình.

Trong bài báo [3] tác giả đã giới thiệu về cấu trúc của mô hình động thái hình thành năng suất, hấp thụ nitơ từ đất và chất lượng hạt của đậu tương trong vụ đông ở đồng bằng và trung du Bắc Bộ. Ở bài báo này tác giả xin trình bày về kết quả xác định các tham số của mô hình động thái nói trên bằng các đo đạc và tính toán thực nghiệm.

1. Phương pháp sử dụng

Các phương pháp được sử dụng để xác định giá trị của các tham số bao gồm:

- Phương pháp thí nghiệm đồng ruộng;
- Phương pháp trung bình hoá số liệu của những nghiên cứu sinh học - khí tượng nông nghiệp;
- Phương pháp tối ưu;
- Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm.

2. Số liệu được sử dụng để nghiên cứu

- Số liệu quan trắc khí tượng nông nghiệp cơ bản về các giống đậu tương AK04, AK05, DT84 và DT90 từ năm 1992 đến năm 2000 và số liệu nghiên cứu thực nghiệm sinh học - khí tượng nông nghiệp đối với các giống đậu tương AK04, AK05 trong các vụ đông 1995, 1996, 1999 và 2000 tại Trạm thực nghiệm Khí tượng nông nghiệp khu vực Đồng bằng Bắc Bộ (Hoài Đức), Viện KTTV;
- Số liệu khí tượng ngày bao gồm nhiệt độ không khí (trung bình, tối cao, tối thấp), mưa, nắng và nhiệt độ ở lớp đất 15 cm đo đạc tại Trạm thực nghiệm KTNN Hoài Đức;
- Kết quả phân tích các mẫu đất được lấy tại ruộng thí nghiệm trồng đậu tương của Trạm thực nghiệm KTNN khu vực Đồng bằng Bắc Bộ (Hoài Đức) do Viện thổ nhưỡng - nông hoá, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn xác định trong năm 1996;
- Số liệu thí nghiệm đối với các giống đậu tương AK05, DT84 và DT90 trong các vụ đông 1992, 1993, 1995 của Viện nghiên cứu Ngô thuộc Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

3. Kết quả xác định các tham số của mô hình

Các tham số của mô hình động thái hình thành năng suất, hấp thụ nitơ từ đất và chất lượng hạt của đậu tương trong vụ đông ở đồng bằng và trung du Bắc Bộ được chia ra thành 2 loại: loại hàm và loại số.

Tham số loại hàm thường là các hàm sinh lý và thay đổi theo sự phát triển của cá thể. Tham số loại số là những hằng số trong các công thức tính quang hợp và hô hấp

Dựa vào các kết quả của các công trình nghiên cứu về đậu tương [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11] và các số liệu nêu ở phần trên tác giả đã xác định được giá trị của các tham số đưa vào mô hình.

a. Các tham số thuộc khối quang hợp và hô hấp

1) Cường độ quang hợp của lá đậu tương trong điều kiện bão hoà ánh sáng và nồng độ khí CO₂ đầy đủ:

$$\Phi_{\text{pot}} = 24,0 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{giờ}^{-1};$$

2) Góc nghiêng ban đầu của đường cong ánh sáng quang hợp:

$$\alpha_0 = 0,359 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{giờ}^{-1} \cdot (\text{W} \cdot \text{m}^{-2})^{-1};$$

3) Góc nghiêng của đường cong CO₂ quang hợp: $\alpha_c = 183,45 \text{ dm} \cdot \text{giờ}^{-1};$

4) Nhiệt độ tối ưu đối với quang hợp của lá: $T_{\text{opt}} = 28^\circ\text{C};$

5) Nhiệt độ tối thấp đối với quang hợp: $T_{\text{min}} = 10^\circ\text{C};$

6) Nồng độ CO₂ trung bình trong không khí: $\text{CO}_2 = 0,62 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3};$

7) Hệ số chuyển đổi lượng CO₂ về đơn vị trọng lượng chất khô: $\varepsilon = 0,68 \text{ g} \cdot (\text{mg CO}_2)^{-1};$

8) Cường độ ban đầu của đường cong cá thể quang hợp của lá đậu tương:

$$\alpha_p^0 = 0,5;$$

9) Tổng nhiệt hữu hiệu lớn hơn 10°C để quang hợp của lá đậu tương đạt cực đại:

$$\Sigma T_{\text{opt,p}} = 700^\circ\text{C};$$

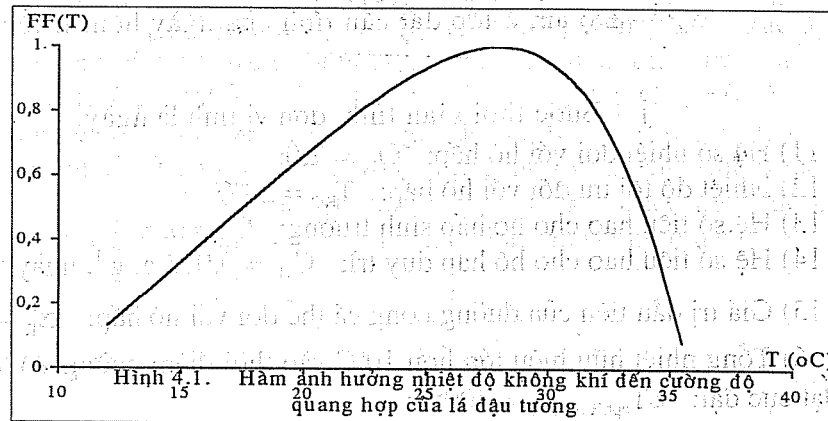
10) Hàm ảnh hưởng của độ ẩm đất đến cường độ quang hợp (γ_p) được tính theo công thức sau:

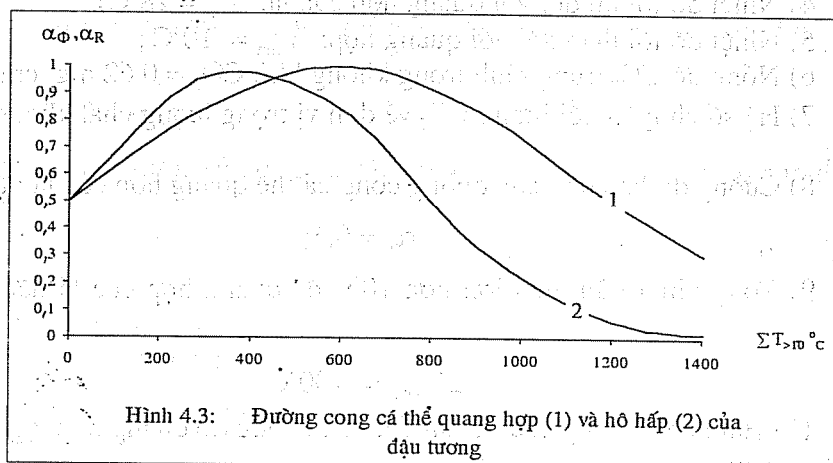
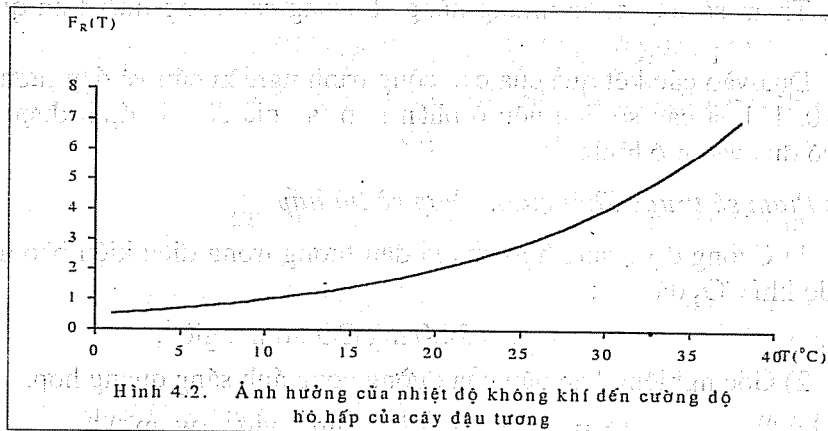
$$\gamma_p = -1,5 \left(\frac{w}{W_{\text{opt}}} \right)^2 + 3,0 \left(\frac{w}{W_{\text{opt}}} \right) - 0,5 \quad , \quad (1)$$

Trong đó: w - Độ ẩm ở tầng đất 0 - 50 cm, đơn vị tính là mm;

W_{opt} - Độ ẩm đất tối ưu đối với cây đậu tương và bằng $0,7 W_{\text{SCATĐ}}$

của lớp đất cần tính (SCATĐ - Sức chứa ẩm tối đa đồng ruộng), đơn vị tính là mm.





Độ ẩm ở lớp đất cần tính trong ngày (W) được tính theo công thức sau đây:

$$W^j = \begin{cases} W_o^{j-1} + \frac{(87,0 + X - 0,0505X^2)X}{100}, & \text{nếu } 0 < X < 5,0 \text{ mm} \\ W_o^{j-1} & \text{nếu } X \geq 5,0 \text{ mm} \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó: W^j - Độ ẩm ở lớp đất cần tính trong ngày, đơn vị tính là mm;
 X^j - Lượng mưa của ngày cần tính, đơn vị tính là mm;
 W_o^{j-1} - Độ ẩm ở lớp đất cần tính của ngày hôm trước, đơn vị tính là mm;

j - Bước thời gian tính, đơn vị tính là ngày.

11) Hệ số nhiệt đối với hô hấp: $Q_{10} = 2,0$;

12) Nhiệt độ tối ưu đối với hô hấp: $T_{RO} = 28^\circ\text{C}$;

13) Hệ số tiêu hao cho hô hấp sinh trưởng: $C_p = 0,250$;

14) Hệ số tiêu hao cho hô hấp duy trì: $C_n = 0,015 \text{ g. g}^{-1} \cdot \text{ngày}^{-1}$;

15) Giá trị đầu tiên của đường cong cá thể đối với hô hấp: $\alpha_R^0 = 0,5$;

16) Tổng nhiệt hữu hiệu lớn hơn 10°C vào thời điểm cường độ hô hấp của đậu tương đạt cực đại: $\Sigma T_{\text{opt.R} > 10^\circ\text{C}} = 400^\circ\text{C}$;

b. Các tham số thuộc khối hấp thụ nitơ và phân bố cacbon, nitơ

1) Đại lượng N_{ht}^{max} biểu thị tốc độ hấp thụ nitơ tối đa của rễ đậu tương và N_{ht}^{max} có giá trị bằng 10,0 mg nitơ . g⁻¹ . ngày⁻¹.

2) Kết quả phân tích về đất của ruộng thí nghiệm trồng đậu tương tại Trạm Thực nghiệm KTNN Hoài Đức cho thấy nồng độ nitơ hữu hiệu $\partial_{N,r\bar{e}}$ chứa trong dung dịch đất tính trung bình là 0,07 mg nitơ . g⁻¹ và bước đầu có thể sử dụng giá trị này để tính cho cùng loại đất của các địa phương thuộc đồng bằng và trung du Bắc Bộ. Vì vậy, tham số $\partial_{N,r\bar{e}} = 0,07$ mg Nitơ . g⁻¹ được sử dụng trong mô hình.

3) Nồng độ nitơ cực đại chứa trong đất ở xung quanh bề mặt rễ đảm bảo cho tốc độ hấp thụ nitơ của cây đậu tương đạt cực đại: $\partial_{m\bar{a}t\ r\bar{e}}^{opt}$. Theo kết quả nghiên cứu [9], đại lượng $\partial_{m\bar{a}t\ r\bar{e}}^{opt} = 0,12$ mg nitơ . g⁻¹.

4) Hệ số $N_{c\bar{o}\ d\bar{i}n\bar{h}}^{max} = 250$ mg Nitơ . m⁻² . ngày⁻¹.

5) $K_{N\ c\bar{o}\ d\bar{i}n\bar{h}}$ - Hệ số cố định nitơ của cây đậu tương phụ thuộc vào tổng nhiệt hữu hiệu lớn hơn 10 °C mà cây tích lũy được và được tính theo biểu thức sau:

$$K_{N\ c\bar{o}\ d\bar{i}n\bar{h}} = -10^{-9} * X^3 + 10^{-6} * X^2 + 0,0008 * X + 0,0539, \quad (4)$$

Trong đó: X - Tổng nhiệt hữu hiệu lớn hơn 10 °C đạt được trong giai đoạn cần tính, °C.

6) $V_{ht}^{max} = 10,0$ mg nitơ . g⁻¹ . ngày⁻¹;

7) $\partial_{N\ r\bar{e}} = 0,07$ mg Nitơ . g⁻¹;

8) $\partial_{d\bar{a}t\ r\bar{e}}^{opt} = 0,12$ mg nitơ . g⁻¹;

c. Các tham số để tính động thái sinh khối của các bộ phận của cây đậu tương

1) Để tính hàm lượng nitơ trong phần trên mặt đất và rễ của cây đậu tương ta sử dụng các tham số sau: $\sigma_{N1.\ ptmd} = 0,062$; $\sigma_{N1.\ r\bar{e}} = 0,022$; $\sigma_{N2.\ ptmd} = 0,030$; $\sigma_{N2.\ r\bar{e}} = 0,006$.

2) Để tính hàm lượng nitơ trong từng bộ phận của cây đậu tương (lá, thân, quả) sử dụng các tham số sau: $\sigma_{N1.\ l\bar{a}} = 0,06$; $\sigma_{N1.\ th\bar{a}n} = 0,063$; $\sigma_{N1.\ qu\bar{a}} = 0,065$; $\sigma_{N2.\ l\bar{a}} = 0,022$; $\sigma_{N2.\ th\bar{a}n} = 0,0014$; $\sigma_{N2.\ qu\bar{a}} = 0,035$.

3) Để đánh giá hàm sinh trưởng: $K_{c.\ ptmd}$, $K_{c.\ r\bar{e}}$, $K_{c.\ l\bar{a}}$, $K_{c.\ th\bar{a}n}$, $K_{c.\ qu\bar{a}}$, cần thiết phải biết những hệ số C_{ptmd} , $C_{r\bar{e}}$, $C_{l\bar{a}}$, $C_{th\bar{a}n}$, $C_{qu\bar{a}}$. Những hệ số này được xác định theo các số liệu thí nghiệm và được trung bình hoá trong các năm quan trắc và có giá trị như sau: $C_{ptmd} = 0,91$; $C_{r\bar{e}} = 0,09$; $C_{l\bar{a}} = 0,33$; $C_{th\bar{a}n} = 0,32$; $C_{qu\bar{a}} = 0,35$.

4) Mô phỏng toán học về quá trình già đi của thực vật được diễn đạt bằng đường cong hàm logarit. Tham số a_i được xác định theo vị trí của đường cong hàm logarit đối với gốc toạ độ [9] và giá trị của tham số $a_i = 2$ được dùng để cho mọi đường cong sinh trưởng. Các tham số b_i có thể xác định theo công thức:

$$b_i = \frac{a_i}{0,5 \sum T2} \quad (5)$$

Ở đây:

$\Sigma T2$ biểu thị tổng nhiệt độ hữu hiệu, được tích lũy trong thời gian từ khi bắt đầu tính cho đến khi ngừng tăng trưởng của bộ phận trên mặt đất, rễ hoặc tương ứng với các bộ phận khác của cây đậu tương.

Cụ thể: Đối với phần cây trên mặt đất của cây đậu tương: $\Sigma T2 = 1100^\circ\text{C}$, đối với rễ: $\Sigma T2 = 800^\circ\text{C}$, đối với lá: $\Sigma T2 = 700^\circ\text{C}$, đối với thân: $\Sigma T2 = 800^\circ\text{C}$, đối với quả: $\Sigma T2 = 1200^\circ\text{C}$.

5) Tham số σ biểu thị mật độ riêng bề mặt lá và được xác định theo tổng nhiệt độ hữu hiệu lớn hơn 10°C . Phương trình để tính σ như sau:

$$\sigma = 6 \cdot 10^{-8} X^3 - 0,0003 \cdot X^2 + 0,2767 \cdot X - 20,506, \quad (6)$$

Trong đó: X - Tổng nhiệt độ hữu hiệu lớn hơn 10°C , đơn vị tính là $^\circ\text{C}$.

Ở đậu tương, lá là cơ quan quang hợp chủ yếu, mặc dù quả xanh có hoạt động quang hợp nhưng sản phẩm tạo ra chiếm một lượng rất nhỏ.

Diện tích bề mặt lá của đậu tương trong các vụ thí nghiệm được xác định bằng máy đo diện tích lá của Mỹ với độ chính xác là $0,1 \text{ cm}^2$.

6) Diện tích ban đầu bề mặt lá của đậu tương (L_0) trung bình đo đạc được vào thời điểm mọc mầm phổ biến là $0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$.

Quan trắc sinh khối chất khô bằng cách cắt mẫu và cân trọng lượng tươi của các mẫu thuộc các bộ phận của cây đậu tương: lá, thân, rễ, quả và hạt. Trọng lượng tươi và khô của các mẫu được cân với độ chính xác đến $0,1 \text{ gam}$.

Kết quả đo đạc đã xác định được giá trị ban đầu của các tham số về sinh khối của các bộ phận của cây đậu tương được đưa vào mô hình bao gồm:

7) Trọng lượng sinh khối ban đầu của lá: $m_l^0 = 0,015 \text{ g}$;

8) Trọng lượng sinh khối ban đầu của thân: $m_{th}^0 = 0,01 \text{ g}$;

9) Trọng lượng sinh khối ban đầu của rễ: $m_r^0 = 0,001 \text{ g}$;

10) Trọng lượng sinh khối ban đầu của quả: $m_q^0 = 0,0 \text{ g}$.

d. Các tham số thuộc khối hình thành hạt đậu tương

Giá trị của các tham số để tính cường độ tổng hợp cacbon và nitơ trong hạt đậu tương được xác định cụ thể như sau:

1) $V_{C.th}^{\max} = 0,075 \text{ g Cacbon} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ngày}^{-1}$;

2) $V_{N.th}^{\max} = 0,032 \text{ g Nitơ} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ngày}^{-1}$;

Các hằng số Mikhaelixa - Menten:

3) $K_{th}^C = 0,310 \text{ g Cacbon} \cdot \text{g}^{-1}$;

4) $K_{th}^N = 0,011 \text{ g Nitơ} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ngày}^{-1}$.

5) Nhiệt độ tối ưu đối với sự tổng hợp cacbon và nitơ là 28°C .

6) Hệ số thực nghiệm để tính ảnh hưởng của nhiệt độ không khí và điều kiện ẩm, bảo ẩm đến cường độ tổng hợp cacbon và nitơ của hạt đậu tương tương ứng bằng $0,01$ và $0,73$.

7) Giá trị của các hệ số K_1 và K_2 để tính tăng trưởng trọng lượng chất béo và dầu của hạt đậu tương được lấy như sau: $K_1 = 0,141$ và $K_2 = 0,586$.

Xác định hàm lượng nitơ tổng số và protein tổng số chứa trong các bộ phận của cây đậu tương (lá, thân, rễ, quả và hạt) được thực hiện theo phương pháp Kildal.

Tính hàm lượng protein tổng số bằng cách nhân N với hệ số chuyển đổi sang lượng đạm của từng bộ phận. Lượng nitơ chứa trong mẫu đậu tương (%) được tính theo công thức sau:

$$N = \frac{0,14 * (V1 - V2) * T * 50 * 100}{m * 10} \quad (7)$$

Ở đây: V1: Số ml H₂SO₄ 0,01nitor dùng cho mẫu thí nghiệm ;

V2 : Số ml H₂SO₄ 0,01nitor dùng cho mẫu kiểm tra;

T : Hệ số điều chỉnh dung dịch axit H₂SO₄ 0,01nitor.

m- Trọng lượng mẫu tính theo mg (đã quy về chất khô).

Hệ số chuyển đổi sang lượng đạm của lá, thân là 6,25 và của hạt đậu tương là 5,71.

d. Các tham số của khối thông tin khí tượng nông nghiệp

Các tham số của các đặc trưng khí tượng được tính theo các công thức sau đây:

1) Bức xạ tổng cộng ngày được tính qua số giờ nắng ngày theo công thức:

$$P_{\text{tbc}}^j = 12,66S^{1,31} + 315 (\text{Sin}h_o)^{2,1} \quad (8)$$

Trong đó: P_{tbc}^j - Bức xạ tổng cộng, đơn vị tính là Cal.cm⁻². phút⁻¹;

S - Số giờ nắng trong ngày, đơn vị tính là giờ;

Sin h_o - Độ cao mặt trời lúc giữa trưa.

2) Lượng bốc thoát hơi tiềm năng (PET) được tính qua bức xạ tổng cộng tương đương với bốc hơi nước và nhiệt độ không khí trung bình ngày [12]:

$$PET^j = P_{\text{tbc}}^j (a.T^j + b), \quad (9)$$

Ở đây: a = 0,025.°C⁻¹ và b = 0,078 [12].

3) Lượng thoát hơi nước (E_{tp}) được tính qua diện tích tương đối bề mặt lá và lượng bốc thoát hơi nước tiềm năng trong ngày của đậu tương theo công thức sau đây:

$$E_{\text{tp}}^j = [1 - \exp(-0,412 * L^j) * PET^j], \quad (10)$$

Trong đó: L - Diện tích lá đậu tương, đơn vị tính là m². m⁻².

4) Nhiệt độ đất trung bình ngày ở độ sâu 15 cm:

Nhiệt độ đất trung bình ngày của từng tháng riêng biệt trong năm tại các địa điểm nghiên cứu thuộc vùng đồng bằng và trung du Bắc Bộ được sử dụng để tính toán lượng nitơ mà cây đậu tương hấp thụ từ đất. Nếu trong trường hợp tại địa điểm tính toán nào đó không có số liệu nhiệt độ đất của độ sâu đã nêu trên thì sử dụng phương trình tương quan với nhiệt độ không khí trung bình ngày đo đạc tại lầu khí tượng của từng tháng tương ứng để tính nhiệt độ đất nói trên. Cụ thể nhiệt độ đất ở độ sâu 15 cm trong các tháng tại các địa điểm thuộc vùng đồng bằng và trung du Bắc Bộ được tính theo các phương trình trình bày trong bảng 1.

4. Kết luận

Dựa trên các kết quả nghiên cứu thực nghiệm tổng hợp về sinh học - khí tượng nông nghiệp đối với các giống đậu tương AK04, AK05, DT84 và DT90 tại Trạm thực nghiệm KTNH Hoài Đức trong các vụ đông 1995, 1996, 1999, 2000 và các nguồn số liệu khác đã được thu thập, đồng thời, kế thừa các kết quả nghiên cứu xác định các tham số của mô hình động thái hình thành sản phẩm của cây đậu tương và một số cây trồng khác của các tác giả nước ngoài, tác giả đã xác định được giá trị của các tham số của mô hình động thái hình thành năng suất, hấp thụ nitơ từ đất và chất lượng hạt của đậu tương trong vụ đông ở đồng bằng và trung du Bắc Bộ. Kết quả tính toán thử

nghiệm theo mô hình nói trên đã phản ánh đúng các quy luật sinh trưởng và phát triển của đậu tương được trồng trong vụ đông ở vùng đồng bằng và trung du Bắc Bộ với độ chính xác cao. Có thể áp dụng mô hình động thái nói trên vào định giá định lượng điều kiện KTNN sinh trưởng, phát triển của cây đậu tương và dự báo năng suất trung bình tính đối với đậu tương trong vụ đông ở vùng đồng bằng và trung du Bắc Bộ.

Bảng 1. Phương trình tương quan giữa nhiệt độ đất ở độ sâu 15 cm và nhiệt độ không khí trung bình ngày (°C) ở đồng bằng và trung du Bắc Bộ

Tháng	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan (r)
I	$Y = 0,8 X + 6,31$	0,85
II	$Y = 0,7 X + 7,01$	0,89
III	$Y = 0,71 X + 7,21$	0,89
IV	$Y = 0,75 X + 7,51$	0,95
V	$Y = 0,86 X + 5,97$	0,87
VI	$Y = 0,8 X + 7,94$	0,78
VII	$Y = 0,8 X + 8,7$	0,78
VIII	$Y = X + 3,0$	0,85
IX	$Y = 0,9 X + 4,9$	0,76
X	$Y = 0,8 X + 8,8$	0,89
XI	$Y = 0,61 X + 11,2$	0,76
XII	$Y = 0,56 X + 10,7$	0,85

Tài liệu tham khảo

1. Kết quả nghiên cứu về cây đỗ tương. NXB Nông nghiệp, 1986, 230 tr.
2. Nguyễn Văn Liêm. Nghiên cứu các thành phần cân cân nước đồng ruộng và ảnh hưởng của nó đối với năng suất đậu tương trong vụ đông ở Đồng bằng Bắc Bộ. Báo cáo khoa học đề tài cấp Tổng cục. Hà Nội - 1998, 76 tr.
3. Nguyễn Văn Liêm. Về cấu trúc của mô hình động thái hình thành năng suất, hấp thụ nitơ từ đất và chất lượng hạt của đậu tương trong vụ đông ở đồng bằng và trung du Bắc Bộ. Tạp chí KTTV, số 9 (477)/2000, tr. 7 - 14.
4. Nguyễn Ngọc Thành. Cơ sở sinh lý - hình thái để chọn tạo giống đậu tương xuân ở miền Bắc Việt Nam. Luận án phó tiến sĩ khoa học nông nghiệp. Hà Nội - 1996. tr. 22.
5. Nguyễn Văn Việt. Mô hình động thái hình thành năng suất ngô và khoai tây vụ đông ở Đồng bằng Bắc Bộ. Báo cáo khoa học đề tài cấp Tổng cục năm 1986.
6. Бихеле И. Г., Молгау Х. А., Росс Ю. К. Субмодель распределения ассимилятов и роста растения при водном дефиците. Тарту 1980, 23 с.
7. Куперман И. А., Хитрово Е. В. Дыхательный газообмен как элемент продукционного процесса растений. - Новосибирск, 1977, 184 с.
8. Полевой А. Н. Об определениях некоторых параметров динамической модели формирования урожая. Тр. ИЭМ, 1979, Вып. 13 (91), с. 120 - 130.
9. Полевой А. Н., Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. - Л. Гидрометеоиздат, 1983. 175 с.
10. Полевой А. Н., Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. - Л. Гидрометеоиздат, 1988, 319с.
11. Пеннинг Де Фриз Ф. В. Т., Х. Х., Ван Лаар. Моделирование роста и продуктивности сельскохозяйственных культур. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. с. 229 - 238.
12. Сиротенко О. Д., Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. - Л. Гидрометеоиздат, 1981, 167с.
13. Oldeman L. R., Frere M. A study of agroclimatology of the humid tropics of Southeast Asia. FAO Rome 1982, 250 p.