

NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI NHIỆT ẨM TRONG MÔI TRƯỜNG GIÂM HƠM CÂY GIỐNG LÂM NGHIỆP

Lê Xuân Phúc¹, Nông Văn Vin^{2*}

¹*Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, ²Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội*

Email: nongvanvin@gmail.com*

Ngày gửi bài: 25.09.2012

Ngày chấp nhận: 26.10.2012

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày mô hình toán biểu diễn quá trình trao đổi nhiệt ẩm trong môi trường giâm hom cây giống lâm nghiệp khi có tác động điều khiển nhiệt ẩm bằng cách thông khí hoặc phun nước nóng, lạnh ở dạng sương mù vào trong luống giâm hom được che kín bằng nilon và được đặt trong nhà lưới. Mô hình cho phép khảo sát sự ảnh hưởng của một số yếu tố kết cấu của nhà giâm hom và chế độ điều khiển đến các quá trình quá độ của sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm trong môi trường giâm hom. Các kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung cơ sở khoa học cho việc thiết kế hệ thống thiết bị và lựa chọn chế độ điều khiển nhiệt ẩm trong nhà giâm hom cây giống lâm nghiệp ở Việt Nam.

Từ khóa: Cây giống lâm nghiệp, điều khiển nhiệt ẩm, nhà giâm hom.

Study on Heat and Humidity Exchange in Nursery Environment for Propagation of Forestry Planting Materials

ABSTRACT

The paper presents a mathematical model depicting heat and humidity exchange process in propagation nursery of forest planting materials under of heat control by ventilation or misting hot, cool water onto nursery seed beds covered with polyethylene in the net house. The model permits observation on the effect of the net house structure and the control regimes on the transition of temperature and humidity change in nursery environment. The results of this research further contribute to scientific foundation for designing control device system and selecting optimal heat and humidity regime regulation in the net house nursery for forestry planting materials in Vietnam.

Keywords: Forestry planting materials, heat and humidity control, nethouse nursery.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhân giống cây rừng bằng phương pháp giâm hom đã trở nên ngày càng phổ biến nhờ dễ kiểm soát được chất lượng, dễ thực hiện cơ giới hóa và tự động hóa các khâu công nghệ sản xuất cây giống. Công nghệ giâm hom đặc biệt có hiệu quả khi sản xuất giống tập trung với qui mô lớn (Phạm Đình Tam & cs., 2002).

Trong công nghệ giâm hom, việc điều khiển nhiệt độ và độ ẩm cho phù hợp với loại cây giống, phù hợp với từng giai đoạn có một vai trò rất quan trọng để nâng cao chất lượng và giảm giá thành cây giống. Vấn đề này đã được giải quyết tốt ở nhiều nước trên thế giới, song ở

nước ta vẫn còn mang tính thời sự cao (Lê Xuân Phúc, 2007)

Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ và hệ thống thiết bị nhập từ nước ngoài không phải lúc nào cũng có hiệu quả. Trước hết là do đặc điểm khí hậu, loại cây giống ở mỗi vùng, mỗi nước có sự khác nhau nhất định; Thứ hai là do giá thành của các thiết bị nhập ngoại cao, chưa phù hợp với khả năng đầu tư vốn của các nông hộ ở Việt Nam hiện nay. Một số công trình nghiên cứu trong nước cũng đã đưa ra được một số hệ thống thiết bị, nhà giâm hom (NGH), chủ yếu là theo phương pháp chép mẫu nên hiệu quả thấp, chất lượng cây giống chưa cao và không ổn định (Lê Xuân Phúc, 2007).

Vì thế, việc nghiên cứu cải tiến các thiết bị của nước ngoài cho phù hợp với điều kiện nước ta hoặc nghiên cứu thiết kế mới các hệ thống thiết bị, nhà giám hom cây giống lâm nghiệp đang là một vấn đề cấp thiết.

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một phương pháp nghiên cứu lý thuyết về quá trình trao đổi nhiệt ẩm trong môi trường giám hom (MTGH) với mục đích nhằm góp phần bổ sung những cơ sở khoa học cho việc thiết kế hệ thống thiết bị và lựa chọn chế độ điều khiển nhiệt ẩm trong NGH cây giống lâm nghiệp ở Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

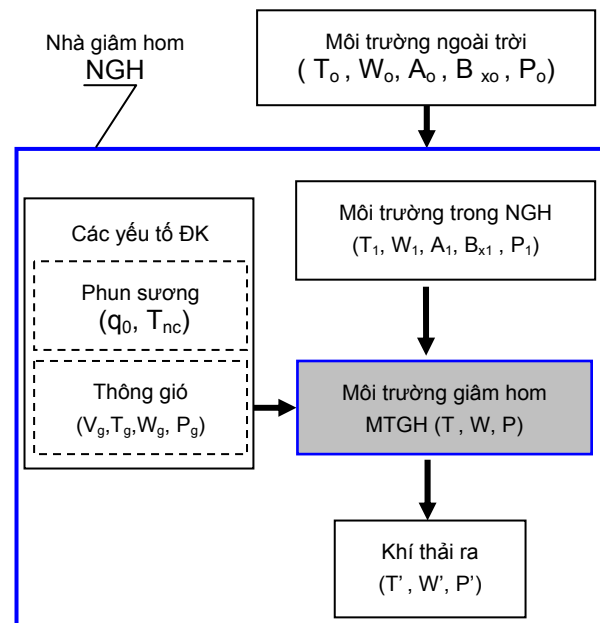
Quá trình thay đổi nhiệt ẩm trong môi trường kín hoặc tương đối kín có thể được mô tả bằng một hệ phương trình vi phân (Husain & cs., 1972). Mô hình toán mô tả quá trình nhiệt ẩm trong MTGH được xây dựng trên cơ sở áp dụng lý thuyết bức xạ nhiệt, truyền nhiệt (Trịnh Văn Quang, 2007), trao đổi nhiệt ẩm (Trần Văn Phú & cs., 2003). Từ đó thiết lập thuật toán và chương trình tính bằng ngôn ngữ Matlab để khảo sát một số yếu tố sử dụng đến quá trình thay đổi nhiệt độ và độ ẩm trong môi trường này.

2.1. Mô hình hóa môi trường giám hom cây giống lâm nghiệp trong nhà giám hom

Môi trường giám hom MTGH được tạo bởi các luống có che phủ nilon và được đặt trong NGH. Trên mái và xung quanh của NGH được che bằng lưới che sáng chuyên dụng (Lê Xuân Phúc, 2007), có khả năng điều chỉnh được cường độ ánh sáng và bức xạ mặt trời, nhờ đó có thể điều chỉnh được nhiệt độ môi trường bên trong NGH trong những ngày có nắng. Ngoài ra, nhiệt độ và độ ẩm không khí trong MTGH được điều tiết bằng các biện pháp phun nước dạng phun sương mù và thông gió. Sự ảnh hưởng của môi trường ngoài và các yếu tố điều khiển đến nhiệt độ và độ ẩm trong MTGH có thể mô hình hóa như hình 1.

Ký hiệu các thông số trong mô hình:

$T_o, W_o, A_o, B_{xo}, P_o$ - nhiệt độ, độ ẩm, cường độ ánh sáng, cường độ năng lượng bức xạ, áp suất khí quyển của môi trường ngoài trời;



Hình 1. Mô hình hóa môi trường giám hom

$T_1, W_1, A_1, B_{x1}, P_1$ - nhiệt độ, độ ẩm, cường độ ánh sáng, cường độ năng lượng bức xạ, áp suất khí quyển của môi trường trong NGH;

q_0, T_{nc} - lưu lượng và nhiệt độ nước phun sương;

V_g, T_g, W_g, P_g - lưu khối, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất khí thông gió;

T, W, P - nhiệt độ, độ ẩm, áp suất không khí trong MTGH;

T', W', P' - nhiệt độ, độ ẩm, áp suất của khí thải khỏi MTGH.

2.2. Xây dựng hệ phương trình vi phân trao đổi nhiệt ẩm trong môi trường giám hom

2.2.1. Các giả thiết

Quá trình trao đổi nhiệt ẩm xảy ra rất phức tạp, do đó để mô tả gần đúng, chúng tôi đưa ra một số giả thiết sau đây:

- Trong không gian NGH: Nhiệt độ, độ ẩm đồng đều và không đổi, không có gió; Cường độ năng lượng bức xạ (NLBXMT) phân bố đều trên mặt luống giám hom, toàn bộ năng lượng này được hấp thụ bởi không khí và nước trong MTGH.

- Trong MTGH: Nhiệt độ và độ ẩm không khí phân bố đều trong không gian MTGH; nhiệt độ giá thể phân bố đều và không đổi;

- Các tác nhân điều khiển nhiệt ẩm: Nhiệt dung riêng của nước (C_{nc}), không khí (C_k) và của các vật thể khác trong MTGH là không đổi.

2.2.2. Thiết lập phương trình vi phân mô tả quá trình trao đổi nhiệt ẩm

Hệ phương trình vi phân mô tả quá trình trao đổi nhiệt ẩm được thiết lập dựa trên cơ sở các định luật cân bằng khối lượng hơi ẩm và cân bằng năng lượng nhiệt của khối khí và hơi nước trong MTGH.

$$G_{ng} + G_{ns} + G_{nb} = (G'_n - G_n) + G_{n2}$$

$$Q_g + Q_{nc} + Q_{bx} = Q_k + Q_{ns} + Q_{nb} + Q_{TN1} + Q_{qh}$$

G_{ng} , G_{ns} , G_{nb} - Lượng hơi ẩm thêm vào trong không khí MTGH trong thời gian Δt từ khí thông gió, nước phun sương và giá thể giam hom;

$(G'_n - G_n)$, G_{n2} - Lượng hơi ẩm tăng thêm trong không khí MTGH và ra khỏi MTGH theo khí thải sau thời gian Δt ;

Q_g , Q_{nc} , Q_{bx} - Nhiệt năng mang vào trong không khí MTGH trong thời gian Δt từ khí thông gió, nước phun sương và từ năng lượng bức xạ mặt trời;

Q_k , Q_{ns} , Q_{nb} , Q_{TN1} , Q_{qh} - Năng lượng tiêu hao làm nóng không khí trong MTGH, làm bay hơi nước từ nước phun và từ giá thể giam hom, truyền nhiệt qua vòm che nilon, từ quá trình quang hợp và hô hấp của hom giam.

Qua các phép biến đổi và rút gọn lại nhận được hệ hai phương trình vi phân mô tả quá trình thay đổi độ chứa ẩm (d) và nhiệt độ (T) không khí trong MTGH:

$$\frac{d(d)}{dt} = -H_8 v_g (273 + T) \frac{d^2}{P} - \left[\begin{array}{l} H_8 v_g (169,806 + 0,622T) - \\ - (H_8 d_g v_g + H_9 k_{ns} m_{nso} - H_{10} k_\alpha)(273 + T) \\ - \left(\frac{H_{10}}{H_4} k_\alpha - \frac{H_9}{H_3} k_{ns} m_{nso} \right) (273 + T) P \end{array} \right] \frac{d}{P} \quad (1)$$

$$+ \left(\frac{H_1 v_g}{v_L L_L} + H_9 k_{ns} m_{nso} - H_{10} k_\alpha \right) \frac{(169,806 + 0,622T)}{P};$$

$$\frac{d(T)}{dt} = \frac{1}{\left(C_h + \frac{1}{d} C_k \right) L_L g_n} \left\{ \begin{array}{l} \left[H_g + H_{nc} + H_{TN} - r_o g_{ns} - (r_o - C_h T_b) g_{nb} \right] - \\ - \left[\frac{H_g}{T_g} + \frac{H_{nc}}{T_{nc}} + \frac{H_{TN}}{T_1} + C_h g_{nb} \right] T + S_{bx} k_{bx} B_{x0} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Trong đó:

$$H_1 = \frac{P_g d_g}{(273 + T_g) \cdot (0,622 + d_g)}; H_2 = \frac{6 L_L}{D_{hs} \rho_n}; H_3 = \exp \left(12 - \frac{4026.2}{235.5 + T_{nc}} \right);$$

$$H_4 = \frac{P_{hb} d_{hb}}{0,622 + d_{bh}}; H_5 = R_{kk} (T_b + 273); H_6 = \exp \left(12 - \frac{4026.2}{235.5 + T_b} \right); H_7 = H_5 \ln \left(\frac{H_4}{H_6} \right);$$

$$H_8 = \frac{H_1}{d_g L_L v_L}; H_9 = \frac{H_3 H_2}{0,0022 v_L L_L}; H_{10} = \frac{H_4 S_{nb}}{0,0022 H_7 v_L L_L}; H_g = C_g g_{ng} T_g; H_{nc} = m_{nc} C_{nc} T_{nc}$$

$$m_{nc} = m_{nso} L_L, v_g = v_{go} L_L$$

L_L - chiều dài luống giam hom (m); v_L - thể tích riêng của MTGH (ứng với 1 mét chiều dài luống giam hom); m_{nso} - lượng nước được phun vào thể tích riêng của MTGH trong 1 đơn vị thời

gian; v_{go} - lượng cấp khí thông gió vào thể tích riêng MTGH; D_{hs} - đường kính trung bình của hạt nước sau khi phun; S_{nb} - diện tích luống GH có bầu ươm cây; S_x - diện tích xung quanh của

vòm nilon; S_{bx} - diện tích luống GH nhận năng lượng bức xạ mặt trời; T_b, P_b, d_{hb} - tương ứng với nhiệt độ, áp suất, độ chứa ẩm của lớp không khí trên mặt giá thể giâm hom.

Giải hệ phương trình vi phân (1) và (2) ta xác định được nhiệt độ $T(t)$ và độ chứa ẩm $d(t)$ theo hàm thời gian. Từ đó xác định độ ẩm trong MTGH theo hàm thời gian:

$$W(t) = \frac{d(t).P}{[(0,622 + d(t)).\exp\left(12 - \frac{4026,2}{235,5 + T(t)}\right)]} \quad (3)$$

Hệ phương trình vi phân trên là hệ phương trình phi tuyến do đó chúng tôi giải gần đúng bằng phương pháp Runge Kutta 4 trên phần mềm Matlab 2010.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trên cơ sở hệ phương trình vi phân (1), (2) và công thức (3), chúng ta có thể khảo sát sự ảnh hưởng của một số thông số kết cấu của NGH và chế độ điều khiển nhiệt ẩm đến các quá trình thay đổi nhiệt độ $T(t)$ và độ ẩm $W(t)$ theo hàm thời gian. Khi có các tác động điều khiển như phun nước hoặc thổi khí nóng hoặc kết hợp cả hai tác nhân cùng một lúc thì sự thay đổi của $T(t)$ và $W(t)$ là các quá trình quá độ. Đây là những cơ sở cần thiết cho việc lựa chọn chế độ điều khiển nhiệt ẩm hợp lý với mục tiêu là đáp ứng yêu cầu về nhiệt độ, độ ẩm đối với công nghệ giâm hom, đồng thời tiết kiệm được thời gian, năng lượng cung cấp cho phun nước và thông khí.

Trong phạm vi bài viết này chỉ đưa ra một số kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của một số yếu tố đến các quá trình quá độ của nhiệt độ $T(t)$ và độ ẩm $W(t)$.

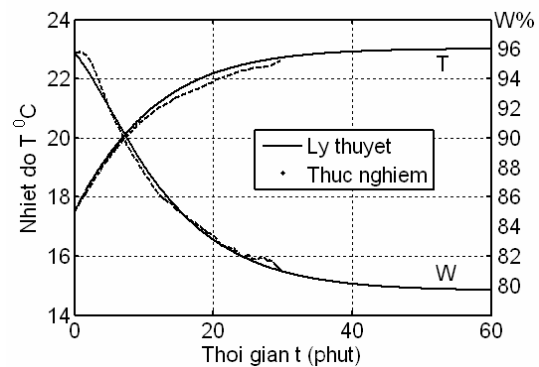
3.1. Kết quả kiểm chứng mô hình lý thuyết

Như đã trình bày ở phần trên, trong mô hình lý thuyết còn chấp nhận một số giả thiết và sử dụng một số hệ số thực nghiệm, do đó kết quả tính toán lý thuyết và thực nghiệm luôn có những sai số nhất định. Để đánh giá mức độ sai số và đánh giá khả năng ứng dụng của mô hình nghiên cứu, chúng tôi đã tiến hành thí nghiệm kiểm chứng. Các kết quả so sánh thể hiện trên hình 2 và bảng 1.

Các kết quả đã chứng tỏ mô hình lý thuyết và chương trình tính toán đã đạt được độ chính xác cần thiết: phù hợp về qui luật biến thiên và sai số có thể chấp nhận được.

Bảng 1. Sai số giữa lý thuyết và thực nghiệm

Thông số	T (°C)	W (%)
Sai số trung bình	0,19	0,32
Sai số lớn nhất	0,32	0,99



Hình 2. Kết quả kiểm chứng mô hình lý thuyết

3.2. Một số kết quả khảo sát

Mục đích của việc khảo sát lý thuyết là để phát hiện các qui luật ảnh hưởng của các yếu tố môi trường ngoài và các yếu tố điều khiển đến quá trình thay đổi nhiệt ẩm trong MTGH. Các kết quả khảo sát có thể làm cơ sở cho việc lựa chọn các chế độ điều khiển nhiệt ẩm hợp lý. Các phương án khảo sát:

- Ảnh hưởng của nhiệt độ T_g , lưu lượng V_g của khí thông gió;
- Ảnh hưởng của nhiệt độ nước phun sương T_{nc} ;
- Ảnh hưởng nhiệt độ T_1 , độ ẩm W_1 của môi trường trong NGH

Trong các phương án khảo sát đều giả thiết rằng các thông số của môi trường ngoài là không thay đổi trong thời gian khảo sát.

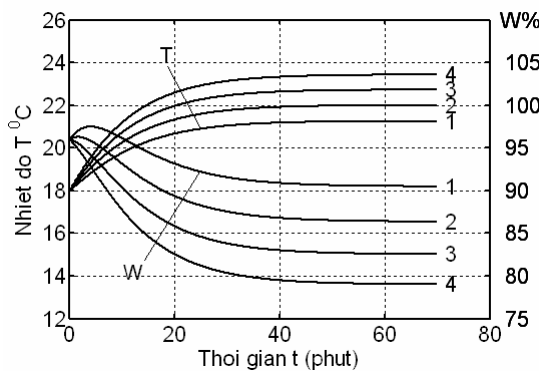
3.2.1. Ảnh hưởng nhiệt độ T_g và lưu lượng V_g của khí thông gió

Hình 3 thể hiện qui luật ảnh hưởng của nhiệt độ khí thông gió T_g đến nhiệt độ $T(t)$ và độ ẩm $W(t)$ trong MTGH. Các điều kiện khảo sát là: Lưu

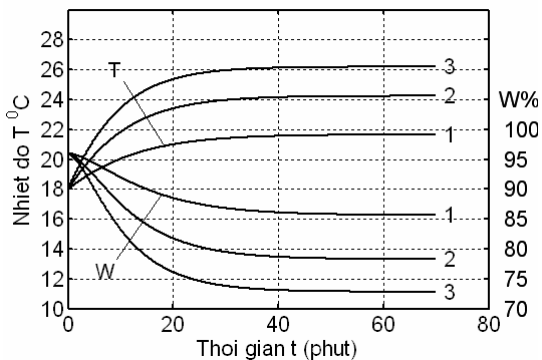
lượng khí thông gió $V_g = 0,069 \text{ m}^3/\text{s}$; nhiệt độ môi trường $T_1 = 18^\circ\text{C}$; độ ẩm môi trường $W_1 = 96\%$.

Hình 4 thể hiện qui luật ảnh hưởng của lưu lượng khí thông gió V_g đến nhiệt độ $T(t)$ và độ ẩm $W(t)$ trong MTGH với các điều kiện khảo sát là: Nhiệt độ khí thông gió $T_g = 40^\circ\text{C}$; nhiệt độ môi trường $T_1 = 18^\circ\text{C}$; độ ẩm môi trường $W_1 = 96\%$.

Các kết quả cho thấy: Nhiệt độ T_g và lưu lượng V_g của khí thông gió ảnh hưởng rất đáng kể đến giá trị ổn định của nhiệt độ T và độ ẩm W trong MTGH, nhưng ảnh hưởng không rõ ràng đến thời gian của quá trình quá độ. Điều này có thể khuyến cáo cho việc xác lập các chế độ điều khiển nhiệt ẩm chỉ cần cấp khí khoảng 25 phút; còn nhiệt độ T_g và lưu lượng V_g phải lựa chọn sao cho giá trị ổn định của nhiệt độ và độ ẩm trong MTGH đáp ứng được yêu cầu công nghệ giam hom.



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ T_g
1,2,3,4 tương ứng với $T_g = 30; 35; 40; 45^\circ\text{C}$

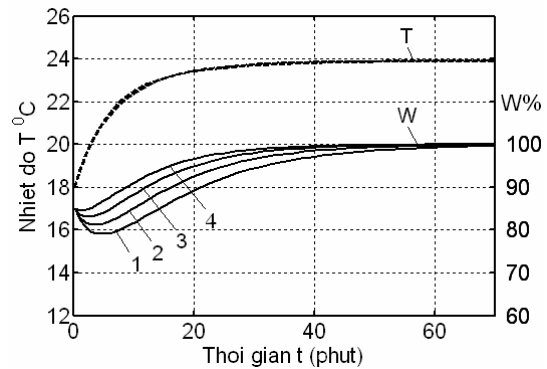


Hình 4. Ảnh hưởng của lưu lượng V_g
1,2,3 tương ứng với $V_g = 0,05; 0,10; 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

3.2.2. Ảnh hưởng nhiệt độ nước phun sương T_{nc}

Hình 5 thể hiện sự ảnh hưởng của nhiệt độ nước phun sương T_{nc} đến quá trình thay đổi nhiệt độ $T(t)$ và độ ẩm $W(t)$ trong MTGH. Điều kiện khảo sát: Độ ẩm môi trường $W_1 = 96\%$; nhiệt độ môi trường $T_1 = 18^\circ\text{C}$; lưu lượng bơm $q = 30 \text{ lít/h}$.

Các kết quả cho thấy: Nhiệt độ nước phun sương T_{nc} ảnh hưởng rõ rệt đến quá trình thay đổi độ ẩm W trong MTGH, T_{nc} càng cao thì quá trình quá độ của độ ẩm W càng ngắn. Nhưng T_{nc} hầu như không ảnh hưởng đến nhiệt độ trong MTGH.



Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ nước T_{nc}
1, 2, 3, 4 tương ứng với $T_{nc} = 25; 30; 35; 40^\circ\text{C}$

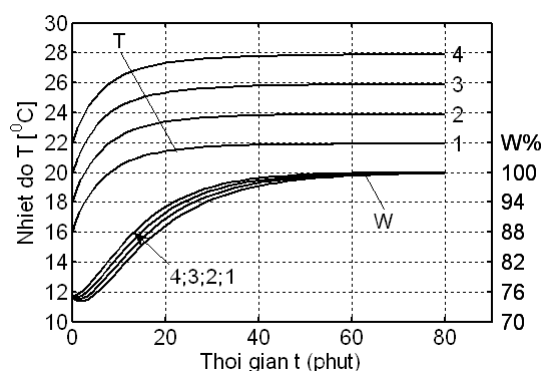
3.2.3. Ảnh hưởng nhiệt độ T_1 và độ ẩm W_1 của môi trường

Hình 6 thể hiện sự ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường T_1 trong NGH đến quá trình thay đổi nhiệt độ $T(t)$ và độ ẩm $W(t)$ trong MTGH. Điều kiện khảo sát: Độ ẩm môi trường $W_1 = 75\%$; nhiệt độ nước $T_{nc} = 30^\circ\text{C}$; lưu lượng bơm $q = 30 \text{ lít/h}$.

Kết quả cho thấy: Nhiệt độ môi trường T_1 ảnh hưởng lớn đến nhiệt độ T trong MTGH nhưng ít ảnh hưởng đến độ ẩm.

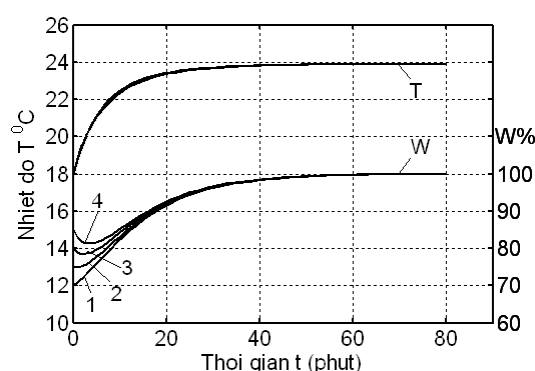
Hình 7 thể hiện sự ảnh hưởng của độ ẩm môi trường W_1 trong NGH đến quá trình thay đổi nhiệt độ $T(t)$ và độ ẩm $W(t)$ trong MTGH. Điều kiện khảo sát: Nhiệt độ môi trường $T_1 = 18^\circ\text{C}$; nhiệt độ nước $T_{nc} = 30^\circ\text{C}$; lưu lượng bơm $q = 30 \text{ lít/h}$.

Kết quả cho thấy: Khi độ ẩm môi trường W_1 thay đổi trong khoảng từ $70 \div 85\%$ thì qui luật thay đổi nhiệt độ và độ ẩm trong MTGH hầu như không thay đổi (cả thời gian quá độ và giá trị ổn định).



Hình 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ T_1

1,2,3,4 tương ứng $T_1 = 16; 18; 20; 22^\circ\text{C}$



Hình 7. Ảnh hưởng của độ ẩm W_1

1,2,3,4 tương ứng $W_1 = 70; 75; 80; 85\%$

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu có thể rút ra một số kết luận sau:

- Mô hình lý thuyết đã mô tả tương đối chính xác các quá trình quá độ của nhiệt độ và độ ẩm trong MTGH khi có tác động điều khiển nhiệt ẩm bằng phương pháp phun sương và thông gió vào trong buồng giám hom. Mô hình và chương trình tính toán có thể sử dụng để

khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ và độ ẩm trong MTGH để làm cơ sở phân tích và tổng hợp bộ tham số cho hệ thống điều khiển nhiệt ẩm.

- Nhiệt độ và lưu lượng khí thông gió có ảnh hưởng lớn đến thời gian quá độ và giá trị ổn định của nhiệt độ và độ ẩm trong MTGH.

- Thay đổi nhiệt độ nước phun sương trong khoảng $25 \div 40^\circ\text{C}$ làm thay đổi rõ rệt thời gian quá độ của độ ẩm trong MTGH nhưng rất ít ảnh hưởng đến nhiệt độ trong MTGH.

- Nhiệt độ của môi trường trong nhà giám hom ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính thay đổi nhiệt ẩm trong MTGH. Độ ẩm của môi trường trong nhà giám hom ít ảnh hưởng đến đặc tính thay đổi nhiệt ẩm trong MTGH.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Văn Phú (2007). Kỹ thuật nhiệt, Giáo trình. Nxb Giáo dục, Hà Nội.
- Lê Xuân Phúc (2007). Kết quả bước đầu nghiên cứu cải tiến nhà giám hom cây giống lâm nghiệp. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, Số 2/2007.
- Trịnh Văn Quang (2007). Kỹ thuật nhiệt. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr. 75-93.
- Phạm Đình Tam và cộng sự (2002). Điều tra đánh giá thực trạng hệ thống vườn ươm và nâng cao năng lực cung cấp cây con hiện nay làm cơ sở cho việc quản lý, qui hoạch mạng lưới vườn ươm. Báo cáo tổng kết dự án, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Hà Nội.
- Husain A., C. S. Chen, J.T Clayton, and LF Whitney (1972). Mathematical Simulation of mass and heat transfer in high moisture foods. Trans ASAE, pp. 732-736.