

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ NHIỆT VẬT LÝ CỦA SÂM BỐ CHÍNH VÀ RỄ ĐÌNH LĂNG.

Lê Quang Huy^{**}, Đặng Thị Trúc Linh^{**}, Nguyễn Hay^{*}, Lê Thanh Đạt^{**}

^{*} Đại học Nông Lâm TPHCM, ^{**} Cao đẳng Kỹ Thuật Cao Thắng

Tác giả liên hệ: dangthitruclinh@caothang.edu.vn

Tóm tắt: Mục tiêu chính của bài báo này là xác định các thông số nhiệt vật lý của Sâm Bố Chính và rễ đình lăng. Các thông số nhiệt vật lý của hai dược liệu là khối lượng riêng, nhiệt dung riêng, hệ số dẫn nhiệt, hệ số khuếch tán nhiệt đã được xác định bằng thực nghiệm. Chúng tôi còn nghiên cứu sự ảnh hưởng của độ ẩm VLS đến các thông số nhiệt vật lý của hai dược liệu. Kết quả thực nghiệm cho thấy rằng hệ số khuếch tán nhiệt của VLS giảm khi độ ẩm tăng, còn nhiệt dung riêng, hệ số dẫn nhiệt, khối lượng riêng lại tăng khi độ ẩm vật liệu tăng. Ngoài ra, chúng tôi còn đưa ra các hàm hồi quy tuyến tính để xác định mối quan hệ giữa các thông số vật lý và độ ẩm của VLS.

Từ khóa: Sâm Bố Chính, rễ đình lăng, khối lượng riêng, nhiệt dung riêng, hệ số dẫn nhiệt, hệ số khuếch tán nhiệt.

KÝ HIỆU:

a Hệ số khuếch tán nhiệt [m^2/s]

c Nhiệt dung riêng [kJ/kgK]

V_1 Thể tích dung dịch trong ống [ml]

V_2 Thể tích hỗn hợp VLS và dung dịch [ml]

m Khối lượng VLS [g]

L là độ dày của mẫu (m)

ρ_v Khối lượng riêng thể tích [kg/m^3]

t Nhiệt độ [$^{\circ}C$]

λ Hệ số dẫn nhiệt [W/mK]

ω Độ ẩm của vật liệu [%]

1. Đặt vấn đề:

Sâm Bố Chính là một loài thực vật có hoa thuộc họ Cẩm Quỳ Malvaceae, tên khoa học là *Abelmoschus sagittifolius*. Sâm Bố Chính chứa rất nhiều hoạt chất sinh học với nhiều tính chất dược lý như saponin triterpen, coumarin, acid béo, đường khử, polyphenol và các nguyên tố vi lượng [1]. Trong đó saponin triterpen giúp ngăn ngừa một số bệnh ung thư, kích thích miễn dịch tự nhiên, tạo giấc ngủ ngon. Rễ đình lăng (*Polyscias fruticosa* (L.) Harms) [2] chứa saponin, alkaloid, các vitamin B₁, B₂, B₆, vitamin C, 20 acid amin, glycosid, alkaloid, phytosterol, tannin, acid hữu cơ, tinh dầu, nhiều nguyên tố vi lượng và 21,1% đường. Rễ đình lăng được dùng làm thuốc bổ tăng lực, chữa cơ thể suy nhược, gầy yếu, mệt mỏi, tiêu hóa kém.

Sâm Bố Chính và rễ đình lăng là những dược liệu quý nên cần được bảo quản để giữ những thành phần quan trọng của dược liệu; nên phương pháp bảo quản ở đây là sấy. Để thực hiện quá trình sấy các dược liệu này

chúng ta cần biết những thông số vật lý của chúng. Hiện nay, Việt Nam cũng như nhiều nước trên thế giới, tính chất nhiệt vật lý của Sâm Bố Chính và rễ đình lăng hầu như chưa được nghiên cứu.

Các thông số chính đặc trưng của vật liệu cho tính toán quá trình sấy gồm: khối lượng riêng, nhiệt dung riêng, hệ số dẫn nhiệt, hệ số khuếch tán nhiệt. Vì vậy, trong bài báo này chúng tôi sẽ trình bày cách xác định một số thông số nhiệt vật lý của vật liệu sấy [3], [4], [5] đồng thời nghiên cứu thực nghiệm sau đó đưa ra các hàm hồi quy tuyến tính để xác định sự ảnh hưởng của độ ẩm tương đối đến các thông số nhiệt vật lý của vật liệu.

2. Phương pháp và thiết bị thí nghiệm.

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Vật liệu là Sâm Bố Chính và rễ đình lăng sau rửa sạch, để ráo nước, các mẫu vật liệu sấy được bảo quản trong túi chân không kín ở điều kiện $8 \pm 0,5^{\circ}C$ trong tủ mát

khoảng 3 - 5 ngày để ẩm độ phân bố đồng đều trên toàn bộ thể tích mẫu vật liệu thực nghiệm.

Các mẫu vật liệu với các ẩm độ khác nhau được sử dụng để thí nghiệm:

+ Sâm Bó Chính: 13%, 22%, 32%, 42%, 52%, 62%, 72%, 82%.

+ Rễ đinh lăng: 13%, 22%, 32%, 42%, 52%, 62%, 68%.

2.2. Phương pháp và thiết bị thí nghiệm.

2.2.1. Khối lượng riêng thể tích

2.2.1.1. Phương pháp

Xác định khối lượng riêng (ρ_v) của VLS bằng phương pháp thủy tĩnh. [3] Tuần tự tiến hành như sau: đổ 40ml dung môi Toluene vào ống đong UNI-Rex dung tích 100ml. với sai số 0,001ml. Sử dụng cân điện tử DS-2002N, giới hạn đo 2000g, với sai số cho phép $\pm 0,01g$. Cân m gram VLS có độ ẩm ω sau đó đưa hết số VLS này vào trong ống đong chứa dung môi Toluene. Khi đó ta thấy thể tích dung dịch trong ống tăng lên V_2 . Ta tính được khối lượng riêng này theo:

$$\rho_v = \frac{m}{V_2 - V_1}, [\text{kg/m}^3] \quad (2.1)$$

Mỗi thí nghiệm lặp 3 lần để lấy giá trị trung bình.

Ẩm độ ban đầu của vật liệu được xác định bằng cân sấy ẩm hồng ngoại thương hiệu Kett, Model: FD-720, xuất xứ Nhật. Do khối lượng riêng ρ_v của VLS phụ thuộc vào độ ẩm ω . Để xác định quan hệ hàm gần đúng $\rho_v = f(\omega)$. Thí nghiệm được tiến hành với các mẫu VLS khác nhau có ω từ (12 ÷ 82) %, . Sau khi có số liệu thí nghiệm ta tiến hành xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel, phân tích hồi quy để tìm được quan hệ hàm gần đúng $\rho_v = f(\omega)$.

2.2.1.2. Thiết bị thí nghiệm



Hình 2.1. Cân điện tử DS-2002N, ống đong UNI-Rex và cân sấy ẩm hồng ngoại FD-720.

2.2.2 Nhiệt dung riêng

2.2.2.1. Phương pháp

Nhiệt dung riêng của vật liệu nói chung là nhiệt lượng cần thiết để làm thay đổi nhiệt độ của một đơn vị vật chất tăng lên hoặc giảm xuống một đơn vị.

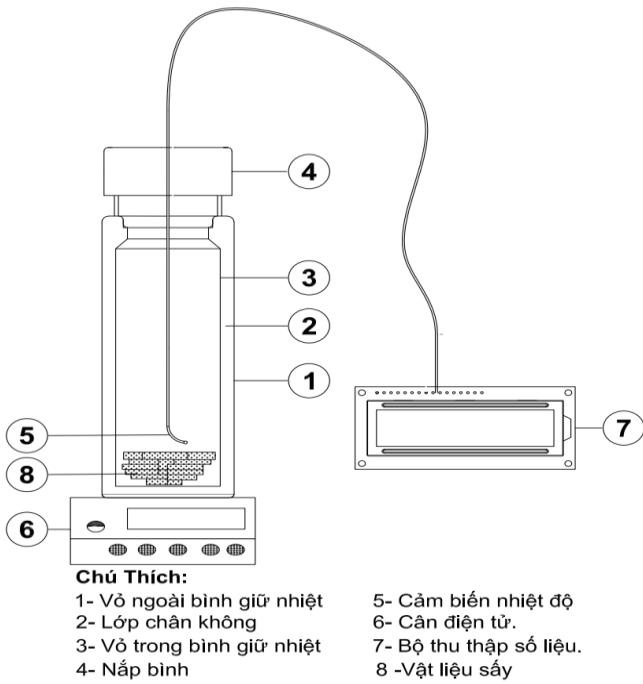
Nhiệt dung riêng được xác định thực nghiệm trên cơ sở bài toán cân bằng nhiệt lượng trong điều kiện đoạn nhiệt [4], [7], [9], [10] khi đó nhiệt dung riêng của vật liệu được xác định theo công thức:

$$C_m = \frac{(m_n C_n + m_v C_v)(t_{cb} - t_n)}{m_m(t_m - t_{cb})}, J / \text{kg.K} \quad (2.2)$$

Trong đó: C_m , C_v và C_n lần lượt là nhiệt dung riêng của mẫu VLS, vỏ inox, nước (J/kg.K). m_m , m_v và m_n lần lượt là khối lượng của VLS, vỏ inox, nước (kg); t_n , t_m và t_{cb} lần lượt là nhiệt độ ban đầu của nước, VLS và nhiệt độ cân bằng của hỗn hợp ($^{\circ}\text{C}$).

Đổ 500 g nước vào bình giữ nhiệt sau thời gian đủ lớn, khi nhiệt độ ổn định, xem như nhiệt độ nước bằng nhiệt độ phần vỏ inox trong bình giữ nhiệt (sử dụng máy ghi thu thập dữ liệu yokogawa FX 1000 để xác định nhiệt độ này) đưa m_s g VLS với nhiệt độ và ẩm độ được xác định cho vào. Lắc nhẹ bình để khuấy đều hỗn hợp và quan sát ghi lại giá trị thông số nhiệt độ thời điểm đạt nhiệt độ cân bằng. Tại thời điểm này xem như nhiệt độ của VLS bằng nhiệt độ của nước và bằng nhiệt độ hỗn hợp. Mỗi thí nghiệm lặp 3 lần để lấy giá trị trung bình. Từ số liệu thực nghiệm, xử lý thống kê bằng phần mềm Microsoft Excel để xác định quan hệ giữa nhiệt dung riêng và ẩm độ của VLS. Kết quả đã xác định được hàm gần đúng $C_s = f(\omega)$

2.2.2.2. Thiết bị thí nghiệm



Hình 2.2. Sơ đồ thực nghiệm xác định nhiệt dung riêng của VLS

2.2.3. Hệ số dẫn nhiệt

2.2.3.1. Phương pháp

Hệ số dẫn nhiệt của VLS được xác định bằng phương pháp Fick cải tiến [5], [6], [9]. Phương pháp này được xây dựng trên nguyên tắc đo tốc độ truyền nhiệt qua mẫu sẫm hình trụ ngắn. Thiết bị thí nghiệm và vật mẫu được mô tả theo hình 2.3.

Khi đó hệ số dẫn nhiệt của vật liệu được xác định theo:

$$\frac{A\lambda_m(t-t_\infty)}{L}d\tau = m_c c_c dt \quad (2.3)$$

Tích phân phương trình (2.3) ta được

$$\ln\left(\frac{t_0-t_\infty}{t-t_\infty}\right) = \frac{A\lambda_p\tau}{Lm_c c_c} \quad (2.4)$$

Hệ số dẫn nhiệt được tính qua độ dốc của (2.4),

$$\text{cụ thể hệ số góc: } k_0 = \frac{A\lambda_p}{Lm_c c_c} \quad (2.5)$$

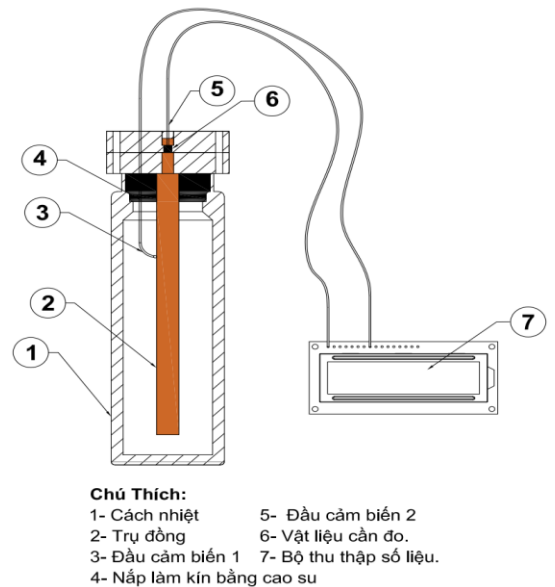
Từ giá trị $\left(\frac{t_0-t_\infty}{t-t_\infty}\right)$ theo thời gian, sử dụng

phương pháp bình phương nhỏ nhất cho phương trình (2.5) tìm được các giá trị λ_p

Trong đó A là tiết diện của mẫu (m^2), L là độ dày của mẫu (m), λ_p là hệ số dẫn nhiệt của mẫu ($W/m.K$), t_0 là nhiệt độ ban đầu của mẫu (nắp đồng), t_∞ là nhiệt độ của trụ đồng (nhiệt độ cân bằng của nước và đồng), t là nhiệt độ nắp đồng theo thời gian τ , m_c là khối lượng của nắp đồng (kg), c_c nhiệt dung riêng của nắp đồng ($J/kg.K$).

Đổ nước khoảng $60^\circ C$ vào 2/3 bình, làm nóng trụ đồng tới nhiệt độ tương đương, đặt nắp cùng với trụ vào bình sau một thời gian ghi lại nhiệt độ của bề mặt trụ đồng (t_∞). Đo xác định nhiệt độ ban đầu của mẫu (nắp đồng) sau đó đưa mẫu vật liệu vào khuôn trên của thiết bị theo dõi sự thay đổi nhiệt độ trên bề mặt phiên đồng theo thời gian. Tốc độ thay đổi nhiệt độ theo thời gian là cơ sở để tính hệ số dẫn nhiệt

2.2.3.2. Thiết bị thí nghiệm:





Hình 2.3. Sơ đồ thí nghiệm xác định hệ số dẫn nhiệt của VLS

2.2.4. Hệ số khuếch tán nhiệt:

Xác định hệ số khuếch tán nhiệt bằng phương pháp xác định gián tiếp [7], [8].

Theo phương pháp này, hệ số khuếch tán nhiệt được xác định gián tiếp qua 3 thông số nhiệt vật lý là: hệ số dẫn nhiệt λ , nhiệt dung riêng C và khối lượng riêng ρ . Thể

hiện qua biểu thức sau:
$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot C} \quad (2.6)$$

Với phương pháp này, ta cần xác định 3 thông số: hệ số dẫn nhiệt λ , nhiệt dung riêng C và khối lượng riêng ρ , do đó phương pháp này mất rất nhiều thời gian.

2.2.5. Kiểm tra sai số phương pháp và thiết bị thí nghiệm nhiệt dung riêng và hệ số dẫn nhiệt:

Để kiểm tra đánh giá sai số của phương pháp và thiết bị thí nghiệm do chúng tôi đề xuất và thiết kế chế tạo. Chúng tôi dùng phương pháp so sánh. Cụ thể, chúng tôi dùng cà rốt làm vật liệu so sánh.

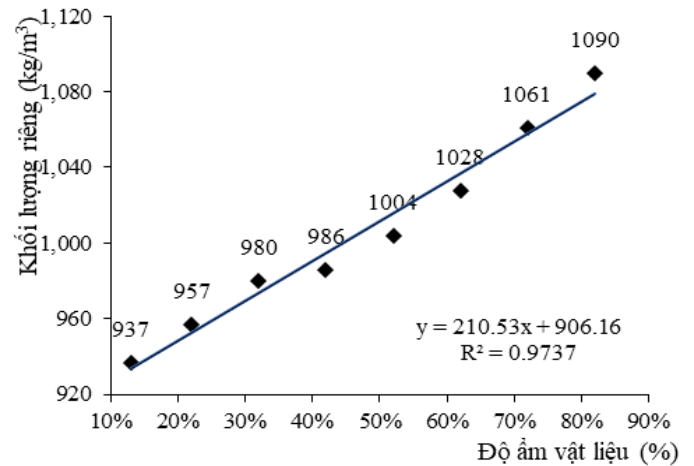
Theo [4], [9] nhiệt dung riêng và hệ số dẫn nhiệt của cà rốt tươi bằng: $c = 3870 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, $\lambda = 0,55 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

3. Kết quả và thảo luận:

3.1. Kết quả thực nghiệm xác định khối lượng riêng thể tích

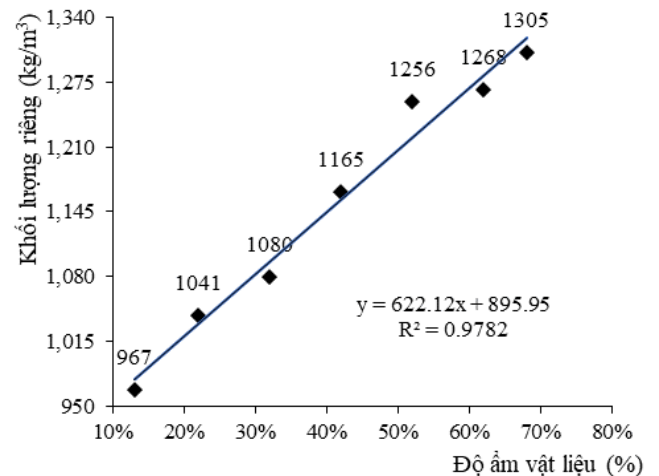
Bảng 3.1. Kết quả thực nghiệm xác định khối lượng riêng thể tích của sâm Bồ Chính

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	72	82
$\rho(\text{kg}/\text{m}^3)$	937	957	980	986	1004	1028	1061	1090



Bảng 3.2. Kết quả thực nghiệm xác định khối lượng riêng thể tích của đinh lăng:

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	68
$\rho(\text{kg}/\text{m}^3)$	967	1041	1080	1165	1256	1268	1305



Phân tích hồi qui tuyến tính số liệu ở bảng 3.1 và 3.2 ta xác định quan hệ hàm gần đúng khối lượng riêng của sâm và đinh lăng theo độ ẩm $\rho_s = f(\omega)$ như sau:

Sâm: $\rho_s = 210.53 \omega + 906.16 \quad R^2 = 97,37\%$

Đinh lăng: $\rho_{dl} = 622.12\omega + 985.95 \quad R^2 = 97,82\%$

3.2. Kết quả thực nghiệm xác định nhiệt dung riêng:

Kết quả xác định thử nghiệm nhiệt dung riêng của cà rốt bằng phương pháp chúng tôi đề xuất:

Bảng 3.3. Kết quả thực nghiệm thử nghiệm xác định nhiệt dung riêng của cà rốt tươi

Cà rốt tươi	Nhiệt dung riêng(J/kg.K)			
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình
	3598	3668	3725	3664

- Sai số hệ số dẫn nhiệt tính toán so với số liệu đã công bố:

$$\delta = \frac{|3664 - 3870|}{3870} \cdot 100 = 5.3\%$$

Từ kết quả trên ta thấy sai số của hệ số dẫn nhiệt của cà rốt thực nghiệm so với số liệu đã công bố khoảng 5.3 %. Sai số này theo chúng tôi là có thể chấp nhận được.

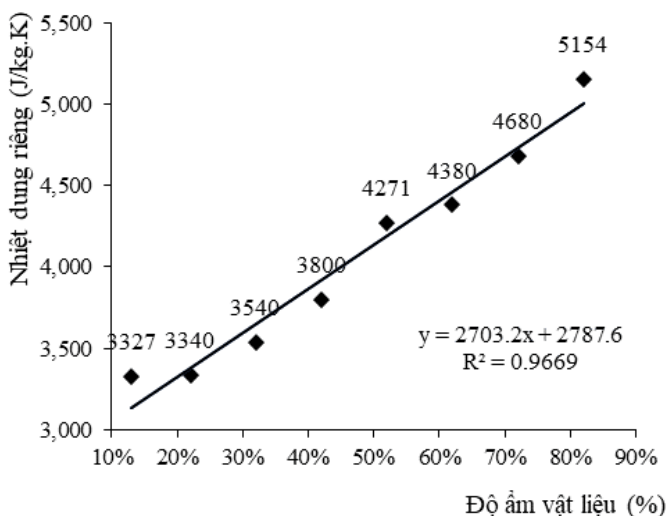
Sai số này có thể do các nguyên nhân sau:

- Sai số trong chế tạo thiết bị thí nghiệm
- Sai số trong trong trình vận hành và đo đạc.

Điều này, về mặt vật lý, toán gián tiếp một lần nữa minh chứng rằng, phương pháp xác định nhiệt dung riêng (2.1) do chúng tôi kiến nghị là đúng đắn và đáng tin cậy. Vì vậy, chúng tôi sẽ tiếp tục sử dụng phương pháp và thiết bị này để tiến hành thực nghiệm xác định nhiệt dung riêng của sâm Bồ Chính và đinh lăng.

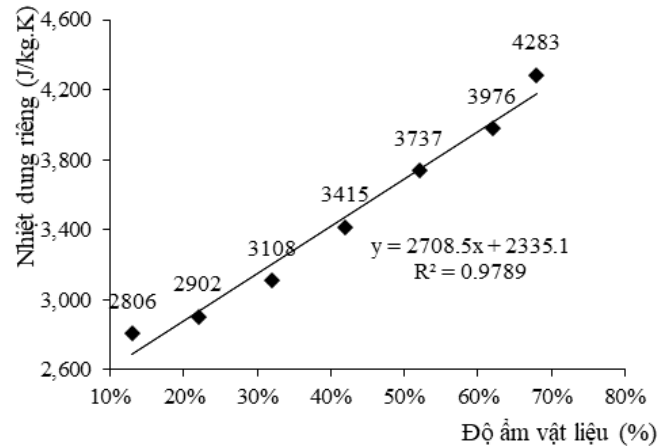
Bảng 3.4. Kết quả thực nghiệm xác định nhiệt dung riêng của sâm Bồ Chính

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	72	82
C (J/kg.K)	3327	3340	3540	3800	4271	4380	4680	5154



Bảng 3.5. Kết quả thực nghiệm xác định nhiệt dung riêng của đinh lăng:

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	68
C (J/kg.K)	2806	2902	3108	3415	3737	3976	4283



Phân tích hồi qui tuyến tính số liệu ở bảng 3.4 và 3.5 ta xác định quan hệ hàm gần đúng nhiệt dung riêng của sâm và đinh lăng theo độ ẩm $C_s = f(\omega)$ như sau:

$$\text{Sâm: } C_s = 2703.2 \omega + 2787.6 \quad R^2 = 96,69\%$$

$$\text{Đinh lăng: } C_{dl} = 2708.5 \omega + 2335.1 \quad R^2 = 97,89\%$$

3.3. Kết quả thực nghiệm xác định hệ số dẫn nhiệt

Kết quả xác định thử nghiệm hệ số dẫn nhiệt của cà rốt bằng phương pháp chúng tôi đề xuất:

Bảng 3.6. Kết quả thực nghiệm xác định hệ số dẫn nhiệt của cà rốt:

Cà rốt tươi	Hệ số dẫn nhiệt λ (W/m.K)			
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình
	0.57	0.58	0.61	0.587

- Sai số hệ số dẫn nhiệt tính toán so với số liệu đã công bố:

$$\delta = \frac{|0.55 - 0.587|}{0.55} \cdot 100 = 6.5\%$$

Từ kết quả trên ta thấy sai số của hệ số dẫn nhiệt của cà rốt thực nghiệm so với số liệu đã công bố

khoảng 6.5 %. Sai số này theo chúng tôi là có thể chấp nhận được.

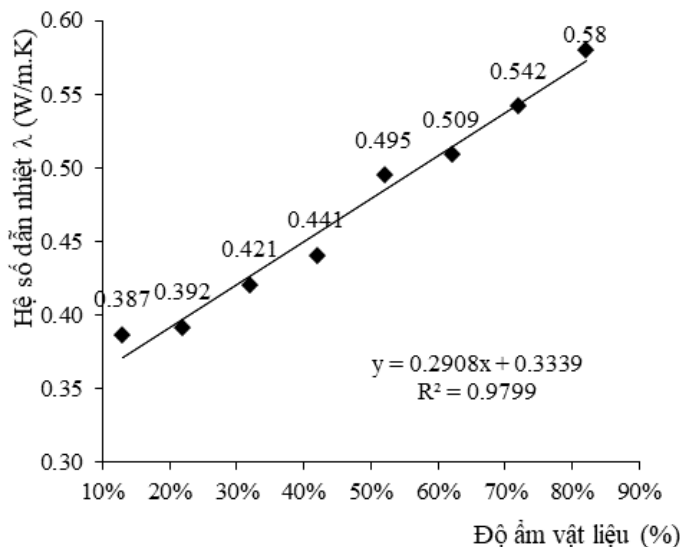
Sai số này có thể do các nguyên nhân sau:

- Sai số trong phương pháp xác định hệ số dẫn nhiệt do nghiệm của cơ sở phương pháp là nghiệm gần đúng.
- Sai số trong chế tạo thiết bị thí nghiệm
- Sai số trong trong trình vận hành và đo đạc.

Điều này, về mặt vật lý, toán gián tiếp một lần nữa minh chứng rằng, phương pháp xác định hệ số dẫn nhiệt (2.5) do chúng tôi kiến nghị là đúng đắn và đáng tin cậy. Vì vậy, chúng tôi sẽ tiếp tục sử dụng phương pháp và thiết bị này để tiến hành thực nghiệm xác định hệ số dẫn nhiệt của sâm Bồ Chính và đinh lăng.

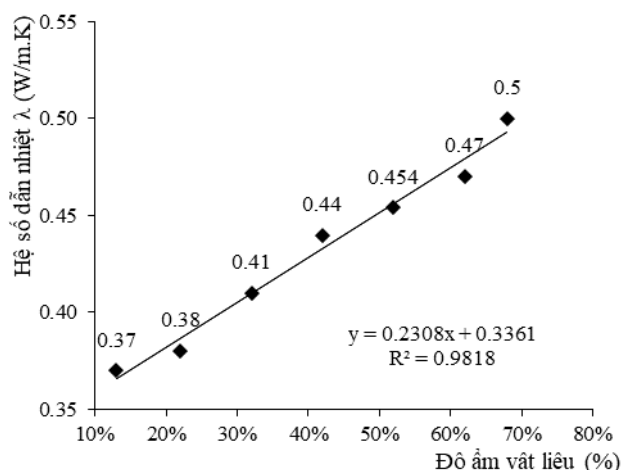
Bảng 3.7. Kết quả thực nghiệm xác định hệ số dẫn nhiệt của sâm Bồ Chính:

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	72	82
λ (W/m.K)	0.385	0.392	0.421	0.441	0.495	0.509	0.542	0.58



Bảng 3.8. Kết quả thực nghiệm xác định hệ số dẫn nhiệt của đinh lăng:

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	68
λ (W/m.K)	0.37	0.38	0.41	0.44	0.454	0.47	0.5



Phân tích hồi qui tuyến tính số liệu ở bảng 3.7 và 3.8 ta xác định quan hệ hàm gần đúng hệ số dẫn nhiệt của sâm và đinh lăng theo độ ẩm $\lambda_s = f(\omega)$ như sau:

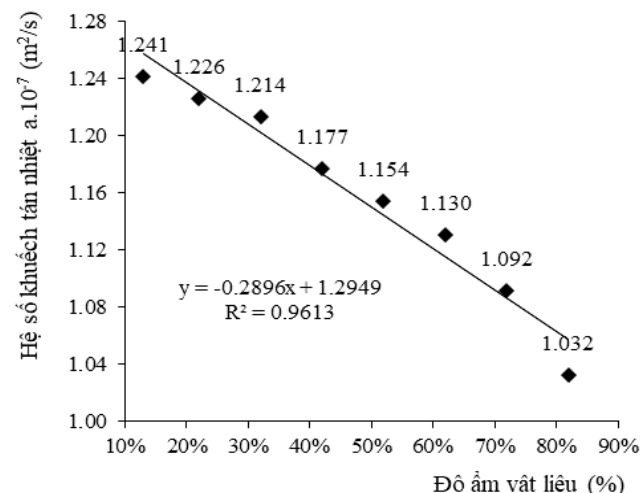
$$\text{Sâm: } \lambda_s = 0.2908\omega + 0.3339 \quad R^2 = 97,99\%$$

$$\text{Đinh lăng: } \lambda_{dl} = 0.2308\omega + 0.3361 \quad R^2 = 98,18\%$$

3.4. Kết quả thực nghiệm xác định hệ số khuếch tán

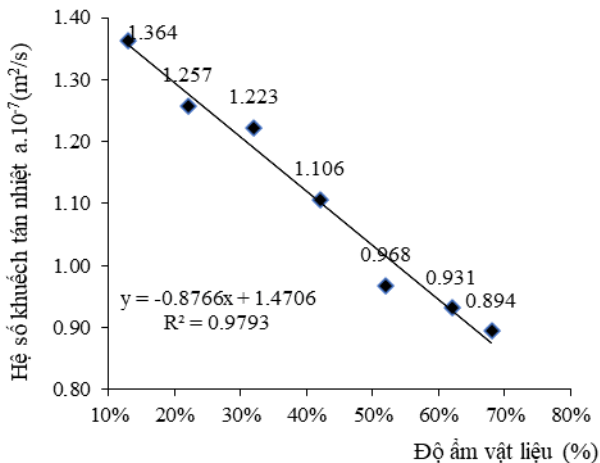
Bảng 3.9. Kết quả thực nghiệm xác định hệ số khuếch tán nhiệt của sâm Bồ Chính:

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	72	82
$a \cdot 10^{-7}$ (m²/s)	1.241	1.226	1.214	1.177	1.154	1.130	1.092	1.032



Bảng 3.10. Kết quả thực nghiệm xác định hệ số khuếch tán nhiệt của đinh lăng:

Độ ẩm (%)	13	22	32	42	52	62	68
$a \cdot 10^{-7}$ (m^2/s)	1.364	1.257	1.223	1.106	0.968	0.931	0.894
	4	7	3	6	8	1	4



Phân tích hồi qui tuyến tính số liệu ở bảng 3.9 và 3.10 ta xác định quan hệ hàm gần đúng hệ số khuếch tán nhiệt của sâm và đinh lăng theo độ ẩm $a_s = f(\omega)$ như sau:

Sâm: $a_s = -0.2896 \omega + 1.2949$ $R^2 = 96,13\%$

Đinh lăng: $a_{dl} = -0,8766 \omega + 1,4706$ $R^2 = 97,93\%$

4. Kết luận và kiến nghị.

Qua các thực nghiệm và tính toán, chúng tôi đã đưa ra hàm biểu diễn mối quan hệ của khối lượng riêng, nhiệt dung riêng, hệ số dẫn nhiệt, hệ số khuếch tán nhiệt với độ ẩm của VLS

Khối lượng riêng của dược liệu thay đổi khi độ ẩm của dược liệu thay đổi cụ thể độ ẩm của sâm Bồ Chính tăng từ 13% đến 82% thì khối lượng riêng của sâm tăng từ 937 kg/m^3 đến 1090 kg/m^3 . Tương tự thì khối lượng riêng của rễ đinh lăng cũng tăng từ 967 kg/m^3 đến 1305 kg/m^3 khi độ ẩm tăng từ 13% đến 68%.

Nhiệt dung riêng của dược liệu thay đổi khi độ ẩm của dược liệu thay đổi cụ thể độ ẩm của sâm Bồ Chính tăng từ 13% đến 82% thì nhiệt dung riêng của sâm tăng từ 3327 J/kg.K đến 5154 J/kg.K. Tương tự thì nhiệt dung riêng của rễ đinh lăng cũng tăng từ 2806 J/kg.K đến 4283 J/kg.K khi độ ẩm tăng từ 13% đến 68%.

Hệ số dẫn nhiệt của dược liệu thay đổi khi độ ẩm của dược liệu thay đổi cụ thể độ ẩm của sâm Bồ Chính tăng từ 13% đến 82% thì hệ số dẫn nhiệt của sâm tăng từ 0.385 W/m.K đến 0.58 W/m.K. Tương tự thì hệ số dẫn nhiệt của rễ đinh lăng cũng tăng từ 0.37 W/m.K đến 0.5

W/m.K khi độ ẩm tăng từ 13% đến 68%. Hệ số khuếch tán ẩm của dược liệu thay đổi khi độ ẩm của dược liệu thay đổi cụ thể độ ẩm của sâm Bồ Chính tăng từ 13% đến 82% thì hệ số khuếch tán nhiệt của sâm giảm từ $1.241 \cdot 10^{-7} m^2/s$ xuống còn $1.032 \cdot 10^{-7} m^2/s$. Tương tự thì hệ số khuếch tán nhiệt của rễ đinh lăng cũng giảm từ $1.364 \cdot 10^{-7} m^2/s$ xuống còn $0.894 \cdot 10^{-7} m^2/s$ khi độ ẩm tăng từ 13% đến 68%. Việc xác định thông số nhiệt vật lý của sâm Bồ Chính và đinh lăng trong bài báo này phù hợp với các tài liệu đã công bố. Các kết quả của bài báo cũng đóng góp cho việc xác định thông số nhiệt vật lý của một số dược liệu.

Lời cảm ơn: Đề tài được thực hiện bởi sự tài trợ kinh phí từ Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam (B2021-NLS-01). Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam và Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Văn Đệ, Trần Công Luận and N. V. Tuấn, 2001. Khảo sát hình thái – giải phẫu và thành phần hóa học cây sâm Bồ Chính mọc hoang và được trồng *Abelmoschus sagittifolius* (Kurz) Merr. Kỷ yếu công trình nghiên cứu Khoa học và Công nghệ 2001-2005.
2. Nguyễn Thượng Dong và ctv, 2007. Sâm Việt Nam và một số cây thuốc họ nhân sâm, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
3. Nguyễn Thọ, 2008. *Bài giảng thí nghiệm công nghệ thực phẩm*. Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh
4. M. Shafiur Rahman, 2008. Food Properties Handbook, Second Edition. Taylor & Francis Group.
5. Fitch, A.L., A new thermal conductivity apparatus, Am. Phys. Teacher, 3:135 (1935)
6. Arun S. Mujumdar, handbook of Industrial Drying, 3rd Edition, 2006.
7. Estasia sw Sweat, Experimental Values of Thermal Conductivity of Selected Fruits and Vegetables. Journal of Food Science 39 (6): 1080-1083.
8. Mohsenin NN. Thermal properties of foods and agricultural materials, 2nd ed. New York: Gordon & Breach; 1990. p. 25–245.
9. 2006 ASHRAE Handbook—Refrigeration (SI), Chapter 9: Thermal Properties of Foods.
10. Serpil Sahin and Servet G. ul' um Sumnu, Physical properties of foods, Publisher Springer New York, NY (2006): 107-155

EXPERIMENTAL RESEARCH TO DETERMINE THE THERMOPHYSICAL PARAMETERS OF ABELMOSCHUS SAGITTIFOLIUS AND POLYSCIAS FRUTICOSE (L.) HARMS.

ABSTRACT

The main objective of this paper is to determine the thermophysical parameters of Abelmoschus sagittifolius and Polyscias fruticose (L.) Harms. The thermophysical parameters of the two materials are density, specific heat, thermal conductivity, thermal diffusion, which have been determined experimentally. We also study the influence of moisture content of the material on the thermophysical parameters of the two materials. The experimental results showed that the thermal diffusion of the material decreases with increasing humidity, while the specific heat, thermal conductivity, and density increase as the moisture content of the material increases. In addition, we also introduce linear regression functions to determine the relationship between thermophysical parameters and moisture content of materials.