

Dàm Trung Dồn

CƠ SỞ ĐỂ THIẾT KẾ MÁY ĐO NHANH THỦY PHẦN CỦA NÔNG SẢN DỰA TRÊN NGUYÊN TẮC ĐO ĐIỆN TRỞ

Điện trở R_t của một mẫu nông sản, ép chặt cùng với các điện cực đo dưới áp suất P có thể viết được dưới dạng tổng quát.

$$R_t = \rho(A, t) \times \phi \times f(P) \quad (1)$$

trong đó $\rho(A, t)$ là điện trở suất của vật liệu khi thủy phần là A và nhiệt độ là t , ϕ là một hệ số phụ thuộc vào hình dáng và kích thước mẫu đo, $f(P)$ là thừa số phụ thuộc áp suất nén mẫu.

Thủy phần A được tính theo % từ biểu thức:

$$A = 100 \times \frac{\text{khối lượng nước trong mẫu}}{\text{khối lượng mẫu}}$$

Nói một cách chi tiết hơn, điện trở R_t còn phụ thuộc cả điện áp mà ta dùng để thực hiện phép đo, và thời gian mà ta cho dòng điện chạy qua mẫu... vì có thể có những hiệu ứng điều hòa xảy ra ở lân cận cực đo và trong lòng của mẫu vật liệu; Tuy nhiên nếu dùng điện áp đủ lớn và thời gian đủ ngắn thì những thay đổi này có thể có vai trò không đáng kể.

Để có thể sử dụng công thức (1) vào việc thiết kế một máy đo thủy phần dựa trên phép đo điện trở, ta phân tích chi tiết hơn các số hạng trong đó, và đưa ra một biểu thức gần đúng thuận tiện cho việc kết cấu mạch đo.

a - Ảnh hưởng của áp suất P đến điện trở R_t

Hình 1 biểu thị sự phụ thuộc điện trở của một mẫu gạo có thủy phần và nhiệt độ không đổi, ép chặt giữa hai điện cực phẳng dưới áp suất P :

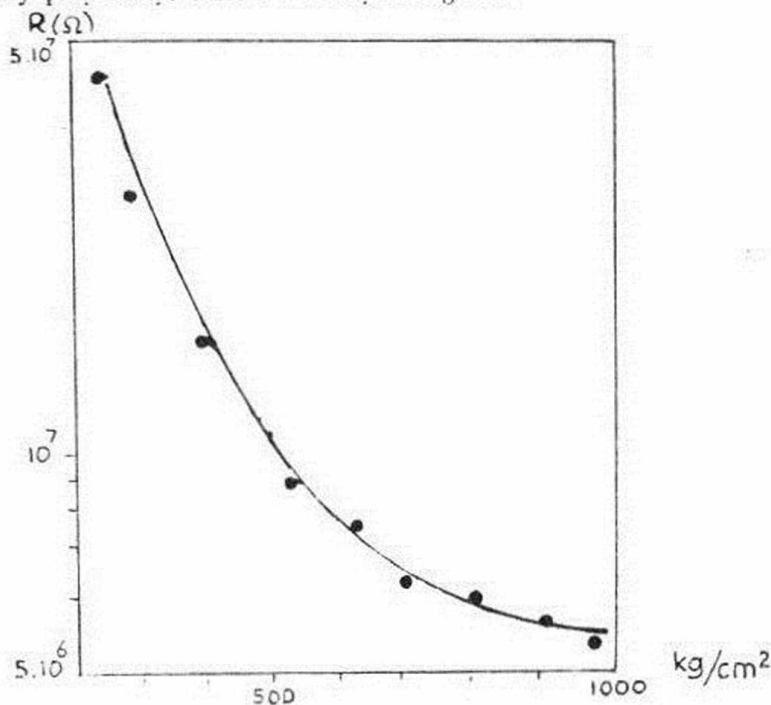
Ta thấy rằng khi áp suất đủ lớn $P \geq 1000 \text{ kg/cm}^2$ điện trở của mẫu thay đổi không nhiều khi áp suất tăng, do đó với độ chính xác chấp nhận được, có thể xem như điện trở không phụ thuộc áp suất.

Với các loại nông sản khác ta cũng thấy những kết quả tương tự khi mẫu được nghiền đủ nhỏ. Trường hợp của các nông sản có hàm lượng dầu cao như lạc là ngoại lệ vì khi áp suất lớn dầu chảy ra làm thay đổi tính chất của mẫu; trong trường hợp này mẫu đo không thể tạo được heo kiểu ép.

b - Ảnh hưởng của thủy phần A đến điện trở của mẫu (khi nhiệt độ và áp suất không đổi).

Cơ chế dẫn điện của nông sản do tác dụng của thủy phần đến nay còn chưa được sáng tỏ, và nước trong nông sản tồn tại dưới hai dạng.

Khi hàm lượng nước lớn (trên 25%) nước tồn tại tự do trong các mao quản của mẫu. Lúc này tính dẫn điện của mẫu phụ thuộc vào các ion tạp chất chứa trong nước khi hàm lượng nước thấp, các phân tử nước gắn vào mạch của phân tử cellulosa hoặc tinh bột, và tính dẫn của mẫu lúc này ít phụ thuộc vào các tạp chất có trong mẫu. Người ta thấy rằng khi nhiệt độ không đổi $\log R_t$ thay đổi nhanh theo thủy phần ở miền thủy phần thấp và chậm hơn ở miền thủy phần cao [1]. Quy luật này phụ thuộc nhiều vào loại nông sản.



Hình 1. Sự phụ thuộc điện trở của một mẫu gạo có độ ẩm và nhiệt độ không đổi theo áp suất.

Hình 2 biểu diễn đồ thị $\log R_t$ hàm theo thủy phần A ở nhiệt độ $t_0 = h_s$ với các loại gạo phổ biến ở nước ta. [2].

Ta thấy trong miền thủy phần mà ta quan tâm tức là từ 12% đến 19%, $\log R_t$ gần như tỷ lệ với thủy phần A, và hầu như không phụ thuộc vào chủng loại gạo.

Ta có thể viết:

$$A = a \log \rho_{t_0} + b \quad (2)$$

trong đó ρ_{t_0} là điện trở suất của mẫu ở nhiệt độ t_0 ;

Với thóc quy luật trên cũng nghiệm đúng tốt trong miền thủy phần hẹp hơn, từ 12 đến 18%. Có thể nghĩ rằng nguyên nhân của điều này là do thóc là một cơ thể sống, nước luôn tồn tại song song ở hai dạng tự do và liên kết; Quy luật (2) tương ứng với trường hợp nước liên kết cho nên với thóc có thủy phần cao, hàm lượng nước tự do đáng kể thì sự sai lệch so với quy luật 2 là tự nhiên.

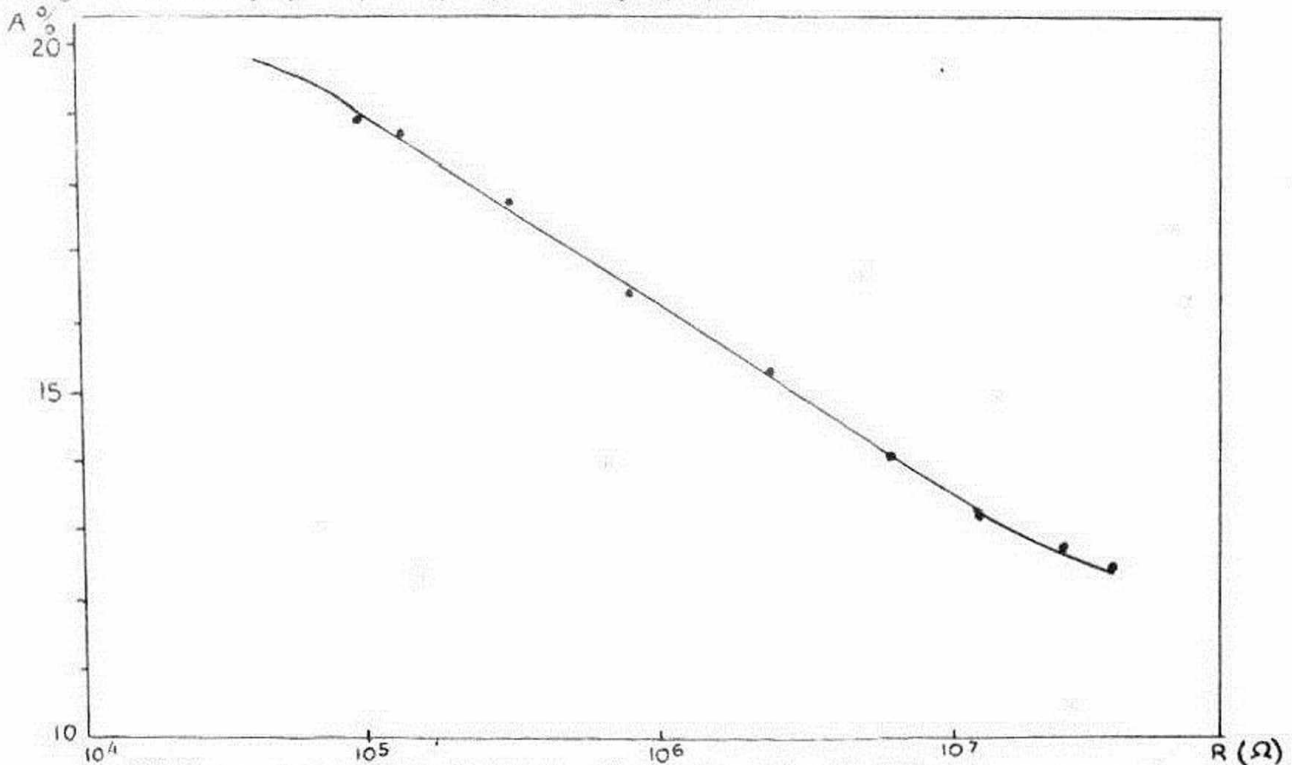
Với các loại nông sản khác quy luật trên được nghiệm đúng với các mức độ khác nhau.

Kết quả đo đạc với các chủng loại chè (chè xanh, đen) các loại hình khác nhau (chè cánh, chè mảnh, chè bột) sản xuất từ những địa phương khác nhau trong nước ta (Nghệ An - Vĩnh Ph - Hà Giang), khi hội quy về dạng hàm (2) ta được hệ số tương quan $r \approx 0,96$ và độ lệch toạ phương trung bình nhỏ hơn 0,35%. Hằng số a với các loại chè như nhau và ít thay đổi theo nhiệt độ còn hằng số b có sai khác đáng kể theo chủng loại chè và cả theo thời gian bảo quản độ lệch hệ thống của b từ loại chè này sang loại khác có thể đến 1. Nguồn gốc của sự sai khác này còn chưa được làm sáng tỏ [3]. Miền thủy phần đã được nghiên cứu là từ 5% đến 13%, nằm trong miền m

thực tế sản xuất quan tâm. Ngoài miền thủy phân ấy công thức 2 còn áp dụng được hay không, thì chưa được khảo sát.

Với thuốc lá nguyên liệu (của nhà máy thuốc lá Thăng long) thu mua từ nhiều nguồn gốc khác nhau trong miền độ ẩm từ 7% đến 20% quy luật 2 cũng được nghiệm đúng với mức độ thấp hơn. Hệ số tương quan giữa A và log R đạt được $r = 0,95$ với thuốc lá sợi và $r = 0,88$ với thuốc lá hằng số a, b ít phụ thuộc chủng loại thuốc lá nhưng có thay đổi theo quy trình gia công. Đang sai toàn phương trong bình với thuốc lá sợi nhỏ hơn 0,4% còn với thuốc lá lá nhỏ hơn 0,6%. Điều này có thể giải thích được: mặt trên của tàu lá thuốc luôn có một lớp sừng, bảo vệ cho lá khỏi bị thoát nhiều nước trong quá trình sinh trưởng. Lớp này có điện trở sinh vật lớn. Điện trở của mẫu lá ép lại tùy thuộc vào định hướng của mặt lớp sừng so với phương của điện trường với 2 đầu cực, do đó độ phân tán các kết quả độ rất cao do sự định hướng ngẫu nhiên của mặt này. Với thuốc lá sợi mẫu đã được làm đồng nhất, nên thẳng giáng của điện trở ít hơn.

Đối với lạc, miền áp dụng được quả quy luật (2) là từ thủy phần 6% đến 14%. Hệ số tương quan của phép hồi quy tuyến tính là $r = 0,91$ và dung sai toàn phương trung bình nhỏ hơn 0,5%. Hằng số a và b ít phụ thuộc nhiệt độ và chủng loại lạc.



Hình 2. Sự phụ thuộc điện trở của mẫu gạo theo thủy phần khi nhiệt độ không đổi.

c - Ảnh hưởng của nhiệt độ đến điện trở của mẫu nông sản khi thủy phần không đổi.

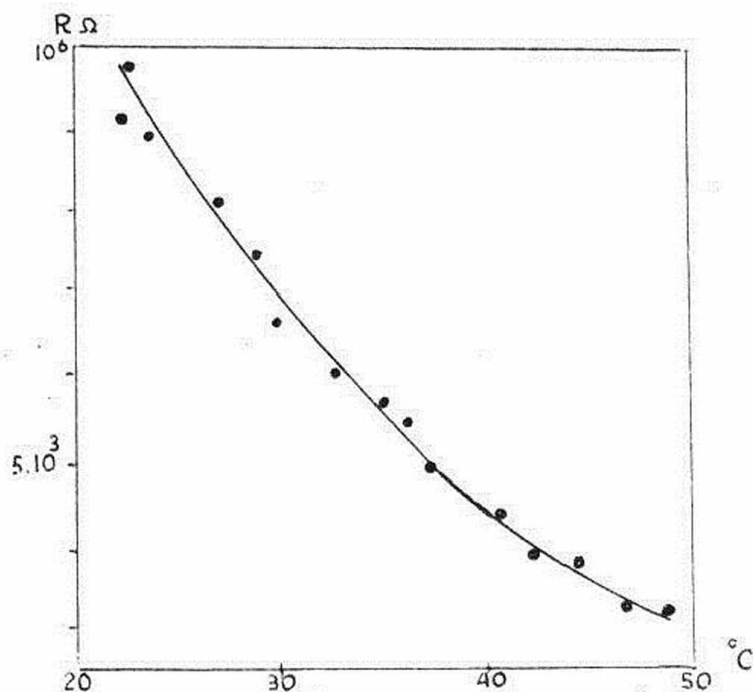
Để tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến điện trở của mẫu nông sản, ta phải tạo nẫu một cách đặc biệt trong một khuôn kín khí để tránh sự thoát hơi nước khi sấy nóng.

Hình 3 biểu diễn sự phụ thuộc điện trở của một mẫu gạo có thủy phần không đổi theo nhiệt độ. Quy luật biến đổi có dạng gần đúng với hàm mũ, và khi khai triển ở miền lân cận nhiệt độ phòng ta có thể viết như sau:

$$\rho_t = \rho_{t_0} e^{\gamma(t-t_0)} \quad (3)$$

trong đó t_0 là nhiệt độ phòng γ là một hệ số ít phụ thuộc nhiệt độ trong miền nhiệt độ từ 20°C đến 45°C đường hồi quy tuyến tính giữa Log R_t và t đạt được hệ số tương quan 0,997, do đó lung sai trung bình rất nhỏ.

Quy luật (3) rất gần với quy luật phụ thuộc điện trở của màu Ge tinh khiết theo nhiệt độ, do đó nhiệt trở bằng vật liệu này có thể sử dụng có hiệu quả để mô phỏng một mẫu gạo có thủy phần không đổi [4].



Hình 9. Sự phụ thuộc điện trở của mẫu gạo có độ ẩm không đổi theo nhiệt độ.

Với các nông sản khác quy luật thu được cũng tương tự nhưng tất nhiên giá trị của γ khác nhau. Tuy nhiên ta có thể tìm được một loại nhiệt trở thích hợp để làm mẫu giả mô phỏng một mẫu nông sản tùy ý.

Những kết quả trên đây cho phép ta viết lại phương trình quan hệ giữa thủy phần, điện trở và nhiệt độ của một mẫu nông sản ép ở áp suất đủ lớn dưới dạng sau:

$$A = a \log R_t + \gamma' t + b' \quad (4)$$

trong đó

$$\begin{aligned} \gamma' &= -a\gamma, \\ b' &= a\gamma t_0 - a \log \phi + b. \end{aligned}$$

γ' chỉ tùy thuộc loại nông sản

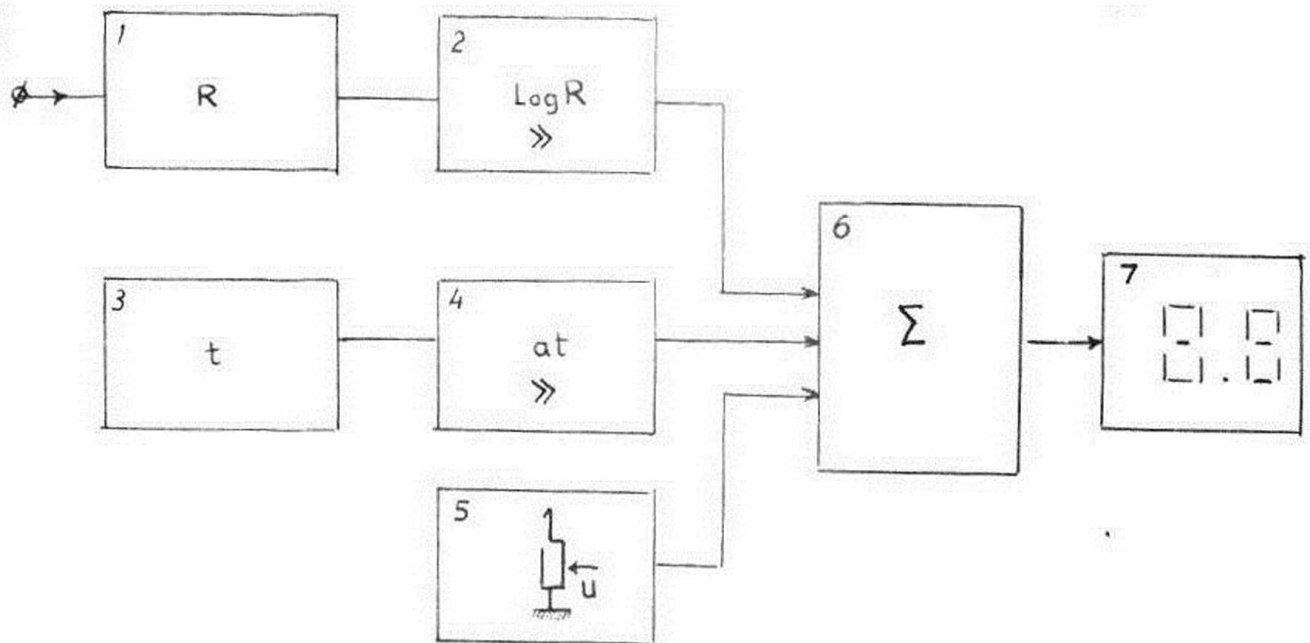
b' tùy thuộc loại nông sản và dạng hình học của mẫu.

Phương trình 4 là cơ sở để thiết kế máy đo thủy phân nông sản dựa trên phép đo điện trở.

Hình 4 vẽ sơ đồ khối của một thiết bị như vậy: Máy gồm khối 1 và 2 làm nhiệm vụ đo điện trở R_t và lay Lôgarit. Hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại log được chỉnh cho phù hợp với hằng số a của nông sản. Khối 3 và 4 làm nhiệm vụ đo nhiệt độ của mẫu và cung cấp tín hiệu hiệu chỉnh ảnh hưởng của nhiệt độ. Hệ số khuếch đại của khối 4 được chỉnh cho phù hợp với hằng số γ' . Khối 5 tạo ra một điện áp chuẩn tương ứng với giá trị b' .

Tín hiệu ở 3 cụm ấy được cộng lại trong khối 6 và đưa ra khối chỉ thị 7.

Dựa trên sơ đồ khối này chúng tôi đã thiết kế và chế tạo các máy đo thủy phân của thóc gạo, chè, thuốc lá, lạc... hiện nay đã được giám định cấp nhà nước và cấp ngành và lưu hành rộng rãi trong thực tế [5].



Hình 4. Sơ đồ khối của máy đo thủy phần:

- 1 - Mạch đo điện trở
- 2 - Bộ khuếch đại Log
- 3 - Cảm biến đo nhiệt độ
- 4 - Khuếch đại tín hiệu nhiệt độ
- 5 - Bộ tạo thế chuẩn
- 6 - Mạch cộng
- 7 - Bộ chỉ thị thủy phần

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Macgraw Hill Encyclopedie of Science and technologie - Vol 14, N-L 1960.
2. Đàm Trung Đồn - Tóm tắt báo cáo "Vô tuyến điện tử" toàn quốc lần thứ 3, tr.19 Hà nội 10/1990.
3. Đàm Trung Đồn. Báo cáo tổng kết đề tài 60E.02-01, 11-1990. Số đăng ký 91-52-116/KQ, Hồ sơ số 1002, Trung tâm thông tin tư liệu khoa học và công nghệ Quốc gia.
4. Đàm Trung Đồn và các đồng tác giả; Tóm tắt báo cáo "Hội nghị đo lường toàn quốc lần thứ hai", Hà Nội tr. 48, 5-1990.
5. Đàm Trung Đồn, Tóm tắt báo cáo - Hội nghị vô tuyến điện tử toàn quốc lần thứ 3, tr. 20 Hà nội 10/1990

Đàm Trung Đồn

THEORETICAL DESIGN OF MOISTURE TESTER, USING THE RESISTIVITY MEASUREMENT METHOD

The dependence of the resistivity R of some agriculture products on temperature and humidity A as studied. A linear relation between $\text{Log } R$, t , and A was acceptable in the case of Rice, Paddy, Tea, tobacco etc.. Based on such a relation, a bloc-schema of a lowcost moisture tester was proposed.

Thảo Vật Lý - DHTH Hà Nội