

ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CHẾ BIẾN NÔNG SẢN, THỦY SẢN, THỰC PHẨM, DƯỢC LIỆU

Phan Văn Hiệp¹⁵

Tóm tắt

Bài tham luận trình bày công nghệ và thiết bị sấy động ứng dụng năng lượng mặt trời trong chế biến nông sản, thủy sản, thực phẩm và dược liệu. Năng lượng mặt trời được ứng dụng hiệu quả thông qua bể nhiệt mặt trời để gia nhiệt cho không khí bên trong buồng sấy. Các vi sấy được thiết kế nhiều tầng đặt trên trục đứng chuyển động tròn, giúp cho sản phẩm sấy khô rất đồng đều ở mọi vị trí của vi sấy và rút ngắn thời gian sấy. Luồng không khí trước khi vào buồng sấy được lọc bụi và tách ẩm bởi máy tách ẩm đặt ở đầu buồng sấy. Một phần không khí ở cuối buồng sấy được hồi lưu về đầu buồng sấy thông qua bể nhiệt mặt trời, giúp giữ nhiệt độ sấy ổn định trong buồng sấy. Các đèn cực tím dải C bên trong buồng sấy giúp khử vi sinh và nấm mốc trên sản phẩm. Các thông số sấy được tùy chỉnh cho phù hợp với yêu cầu sấy của các sản phẩm cụ thể trên giao diện LCD của tủ điều khiển.

Từ khóa: Sấy động trục đứng; năng lượng mặt trời; bể nhiệt mặt trời.

Đặt vấn đề

Việt Nam là một trong số rất ít quốc gia trên thế giới được thiên nhiên ưu đãi các điều kiện để phát triển nền sản xuất nông nghiệp. Tuy nhiên, các sản phẩm nông nghiệp của Việt Nam hiện nay đa phần là các sản phẩm thô chưa qua chế biến, giá trị gia tăng không cao. Đây là một trong những nguyên nhân làm cho đời sống của bà con nông dân hiện tại vẫn còn rất nhiều khó khăn.

Việt Nam cũng là quốc gia có nguồn năng lượng mặt trời rất dồi dào, nền nhiệt trung bình trong năm và tổng số giờ nắng trong năm khá cao (Bảng 1). Tuy nhiên, việc ứng dụng nguồn năng lượng sạch và gần như vô tận này chưa hiệu quả, nhất là trong lĩnh vực chế biến và sau thu hoạch.

Trong các giải pháp sấy các sản phẩm nông nghiệp đang áp dụng tại Việt Nam, giải pháp sấy ứng dụng năng lượng mặt trời đã được áp dụng nhưng mới dừng lại ở dạng thô sơ là các nhà sấy ứng dụng hiệu ứng nhà kính. Các nhà sấy này không tận

¹⁵ Giảng viên, Trường Đại học Văn Hiến

dụng hiệu quả nguồn năng lượng mặt trời, chỉ sấy tinh vi ngang, không điều tiết được luồng tác nhân sấy, không kiểm soát được các thông số sấy nên sản phẩm sau sấy không đạt yêu cầu về cảm quan và chất lượng, không khô đồng đều giữa các tầng sấy, không gia tăng được sản lượng sấy, không áp dụng các giải pháp tự động hóa nên không cắt giảm được nhân công sản xuất, chi phí xây dựng cơ bản, ...

Bên cạnh đó, công ty Nhiệt Mặt Trời đã có sáng chế sấy nhiệt mặt trời ứng dụng vào việc sấy bún, bánh tráng, hủ tiếu, miến dong, ... ở Cù Chi, Bình Dương, ... Tuy nhiên, thiết kế sấy nhiệt mặt trời này chưa tối ưu nên hiệu quả gia nhiệt bằng năng lượng mặt trời không cao, yêu cầu mặt bằng lắp đặt sấy nhiệt rất lớn (trên 1000 m²), dẫn đến những khó khăn về thủ tục xây dựng cơ bản và chi phí đầu tư cho cơ sở ứng dụng.

Bảng 1: Số liệu về bức xạ mặt trời tại Việt Nam

Vùng	Giờ nắng trong năm	Cường độ bức xạ mặt trời (kWh/m ² , ngày)	Ứng dụng
Đông Bắc	1600-1750	3,3 – 4,1	Trung bình
Tây Bắc	1750-1800	4,1 – 4,9	Trung bình
Bắc Trung Bộ	1700-2000	4,6 - 5,2	Tốt
Tây Nguyên và Nam Trung Bộ	2000-2600	4,9 - 5,7	Rất tốt
Nam Bộ	2200-2500	4,3 - 4,9	Rất tốt
Trung bình cả nước	1700-2500	4,6	Tốt

Sử dụng hiệu quả triệt để nguồn năng lượng mặt trời tập trung việc sấy đa dạng các sản phẩm nông nghiệp, nâng cao năng suất chế biến, đảm bảo cảm quan chất lượng và các tiêu chí an toàn vệ sinh thực phẩm của sản phẩm nông nghiệp là mục tiêu nghiên cứu chế tạo thiết bị sấy động ứng dụng năng lượng mặt trời.

Nội dung nghiên cứu

Thiết kế sấy nhiệt mặt trời

Thiết bị gia nhiệt rất hiệu quả từ năng lượng mặt trời trực tiếp bằng sấy nhiệt mặt trời. Hiệu quả gia nhiệt của thiết bị được gia tăng nhờ việc sử dụng tấm polycarbonate đặc ruột có độ xuyên thấu ánh sáng lên đến 95% phủ bên trên sấy nhiệt mặt trời. Nhiệt độ bên trong buồng sấy được gia tăng thêm từ 10⁰C đến 35⁰C so với nhiệt độ ngoài môi trường tùy thời điểm trong ngày. Nhiệt độ sấy được kiểm soát chặt

chờ nhờ cơ chế cất nắng/ che mưa bằng bạt che hoặc quạt giải nhiệt; bù nhiệt bằng điện trở đốt nhiệt kết hợp với máy tách ẩm và cơ chế hồi lưu một phần khí nóng từ cuối buồng sấy.

Hiệu quả gia nhiệt từ năng lượng mặt trời có được nhờ vào thiết kế đặc biệt của bẫy nhiệt mặt trời. Bẫy nhiệt được thiết kế từ các tấm tole uốn lượn sóng (để tăng diện tích tiếp xúc) và sơn màu đen (để tăng khả năng hấp thụ nhiệt mặt trời). Bao phủ bên trên của bẫy nhiệt là tấm polycarbonate đặc ruột trong suốt, cho phép ánh sáng xuyên thấu đến 95% và không bị rạn nứt, xuống màu theo thời gian. Nhờ yếu tố này, tấm tole hấp thụ nhiệt mặt trời hiệu quả nhất trong điều kiện có nắng.

Luồng không khí hồi lưu từ cuối buồng sấy đi vào bẫy nhiệt, tiếp xúc với cả hai mặt trên và dưới của tấm tole nhờ đi dọc theo lượn sóng trong một không gian tối thiểu, lấy nhiệt triệt để từ tấm tole để đốt nóng luồng không khí này trước khi trả về đầu buồng sấy.



Hình 1. Thiết kế bẫy nhiệt mặt trời với lượn sóng dọc theo chiều hồi lưu của luồng không khí trong buồng sấy

So với hiệu ứng nhà kính trực tiếp, khi ánh sáng mặt trời chiếu trực tiếp vào một không gian kín xuyên qua các tấm polycarbonate đặc ruột, đốt nóng các kết cấu kim loại bên trong (cụ thể là các khung trục, các vi sấy tầng trên cùng) thì hiệu quả gia nhiệt từ bẫy nhiệt mặt trời với thiết kế đặc biệt như mô tả bên trên cao hơn nhiều lần.

Năng lượng mặt trời được sử dụng trung bình 9 giờ mỗi ngày (từ 7h đến 16h hàng ngày), với công suất bức xạ trung bình cả nước là $4.6\text{kWh/m}^2/\text{ngày}$ tương đương với công suất bức xạ mặt trời là 511Wh/m^2 . Như đã biết, nhiệt hóa hơi của nước là 2264 kJ/kg tương đương 679 Wh/kg . Như vậy, nếu hiệu suất sử dụng năng lượng mặt trời trung bình 80%, để lấy được 1 kg nước ra khỏi sản phẩm trong 1 giờ, cần một diện tích bẫy nhiệt mặt trời tương ứng là 1.66 m^2 .

Thiết kế hệ thống điều hướng tác nhân sấy



Hình 2. Hệ thống điều hướng tác nhân sấy

Không khí sấy từ ngoài môi trường đi qua máy tách ẩm, tách bỏ 90% nước và toàn bộ bụi bẩn, thổi vào buồng sấy. Một phần không khí nóng đầu cuối buồng sấy được hồi lưu qua bể nhiệt mặt trời về đầu buồng sấy.

Mỗi trục sấy được bố trí 02 quạt thổi khí đảm bảo phân phối luồng không khí đều khắp từ tầng trên cùng đến tầng dưới cùng. Các quạt này thổi luồng không khí theo một chiều từ đầu buồng sấy đến cuối buồng sấy, một phần không khí nóng khô cuối buồng sấy được hồi lưu về đầu buồng sấy đi qua bể nhiệt mặt trời, phần không khí nóng ẩm còn lại sẽ được thoát ra ngoài bằng cửa sổ thoát ẩm tự nhiên và quạt hút ẩm đặt ở cuối buồng sấy.

Giải pháp này giữ nhiệt độ buồng sấy rất ổn định và đảm bảo không khí trong buồng sấy rất sạch, được phân bố đều khắp các tầng vì sấy. Sản phẩm sấy khô rất đồng đều giữa các tầng sấy cũng như giữa các vị trí khác nhau trên vì sấy là nhờ vào thiết kế đặc biệt này kết hợp với giải pháp sấy động.

Thiết kế hệ thống kiểm soát nhiệt độ bên trong buồng sấy



Hình 3. Mái che bạt giúp kiểm soát nhiệt độ buồng sấy

Việc kiểm soát thông số nhiệt độ bên trong buồng sấy ở các thời điểm nắng khác nhau trong ngày được thực hiện bằng giải pháp mái bạt cắt nắng. Khi nhiệt độ trong buồng sấy vượt ngưỡng cài đặt cực đại, mái che bạt sẽ tự động che phủ buồng sấy để giảm nhiệt trong buồng sấy về ngưỡng cài đặt. Giải pháp này giúp ổn định nhiệt độ bên trong buồng sấy theo yêu cầu sấy từng sản phẩm cụ thể.

Trong điều kiện trời mưa hay vận hành buồng sấy ban đêm, bạt che cũng tự động che phủ buồng sấy, tránh nước mưa hay sương đêm tác động đến buồng sấy.

Thiết kế hệ thống khử vi sinh, nấm mốc

Các dòng vi sinh và nấm mốc phổ biến trên thực phẩm, thủy sản và trái cây, được liệu sẽ được khử triệt để bằng công nghệ đèn cực tím dải C (UVC). Mỗi trục sấy đứng được bố trí từ 1 đến 3 đèn UVC công suất 40W mỗi đèn tùy theo yêu cầu khử vi sinh hay nấm mốc. Ở dải bước sóng từ 186 nm đến 210 nm, các đèn UVC này sẽ oxy hóa không khí trong buồng sấy tạo ra khí ozone. Khí ozone tác động lên bề mặt của sản phẩm, khử vi sinh và nấm mốc. Tác dụng khử vi sinh hay nấm mốc hiệu quả nhất khi nhiệt độ trong buồng sấy ở mức trung bình dưới 40°C.

Giải pháp khử vi sinh hay nấm mốc bằng đèn UVC kết hợp với buồng sấy kín, lọc bụi không khí giúp sản phẩm sấy sạch tuyệt đối, đạt hầu như tất cả các chỉ tiêu vệ sinh an toàn thực phẩm.



Hình 4. Hệ thống đèn UVC khử vi sinh, nấm mốc trong buồng sấy

Thiết kế giàn sấy động trực đứng

Sản phẩm sấy được đặt vào các vi sấy nhiều tầng trên các trục thẳng đứng gắn cố định trong buồng sấy hoặc gắn trên các xe sấy. Mỗi trục đứng gắn từ 15 - 20 tầng, giúp gia tăng sản lượng lên 1500% - 2000% so với diện tích phơi nắng tương ứng. Các vi sấy này chuyển động tròn liên tục quanh trục đứng với tốc độ chậm có thể tùy chỉnh được thông qua biến tần, giúp sản phẩm sấy khô rất đồng đều và rút ngắn được

thời gian sấy 30% so với phơi nắng hoặc sấy tĩnh vì ngang ở cùng nhiệt độ sấy.

Các vi sấy nên được thiết kế dạng hình vuông để tối ưu hóa không gian của buồng sấy. Các vi sấy này được thao tác đưa vào hay lấy ra khỏi trục đứng bằng máng trượt. Người vận hành mở cửa buồng sấy, không cần đi vào trong buồng sấy vẫn dễ dàng thao tác với các vi sấy này. Thiết kế này cho phép tận dụng nguồn vi sấy sẵn có của cơ sở (đã dùng giải pháp phơi nắng trước đó), giảm giá thành đầu tư cho thiết bị và đảm bảo các tiêu chí an toàn vệ sinh thực phẩm khi thao tác vận hành thiết bị sấy.



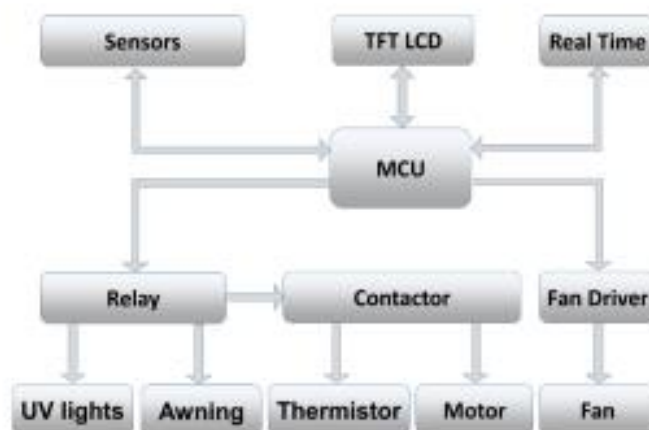
Hình 5. Thiết kế giàn sấy động trục đứng

Thiết kế hệ thống điều khiển và giám sát

Các thông số sấy được cài đặt, giám sát và điều khiển rất đơn giản trên màn hình giao diện LCD bằng các động tác chạm màn hình. Thiết kế này cho phép điều chỉnh các thông số sấy phù hợp cho nhiều sản phẩm sấy đa dạng khác nhau và có thể giúp bà con sấy thử các sản phẩm lần đầu được sấy, từ đó ghi nhận lại bộ thông số sấy tối ưu nhất cho mỗi sản phẩm cần sấy.



Hình 6. Giao diện điều khiển, giám sát và hiển thị bằng LCD



Hình 7. Sơ đồ khối mạch điều khiển

- Khối Sensors bao gồm các cảm biến ánh sáng, mưa, độ ẩm, nhiệt độ, có chức năng chuyển đổi nhiệt độ và độ ẩm cảm biến được bên trong buồng sấy sang giá trị số và gửi đến MCU.

- Khối Real time cung cấp giá trị thời gian thực cho MCU trong quá trình xử lý các công đoạn sấy, khử vi sinh, phân biệt ngày, đêm,...

- LCD loại TFT có tích hợp cảm ứng điện trở. Ngoài chức năng hiển thị các thông tin hoạt động của hệ thống, LCD này còn là nơi để người điều khiển tương tác với MCU (thay đổi tốc độ động cơ, thay đổi thời gian sấy, thời gian khử vi sinh, điều khiển bật che mưa, ngưỡng sáng - tối,...) qua cảm ứng điện trở.

- Driver Fan là module trung gian giúp MCU điều khiển tốc độ quạt thổi khí, quạt hút khí để điều khiển luồng lưu chuyển của tác nhân sấy trong buồng sấy.

- Hệ thống sấy động thực hiện dựa trên cơ cấu xoay tròn của động cơ chính (Motor). Động cơ này sử dụng loại 220 VAC giảm tốc kết hợp với biến tần, được điều khiển từ MCU qua module Relay và Contactor.

- Điện trở nhiệt (Thermistor) sử dụng loại 220VAC - 1kW cung cấp nhiệt bổ sung cho buồng sấy khi trời thiếu nắng hoặc vào ban đêm, điện trở nhiệt này cũng được điều khiển từ MCU qua module Relay và Contactor.

- UV lights là các đèn chiếu tia cực tím dải C có chức năng khử vi sinh hay nấm mốc cho sản phẩm sấy, các đèn này chỉ hoạt động trong khung giờ định trước ở nhiệt độ thấp để phát huy hiệu quả.

- Hệ thống bật che mưa/ nắng (Awning) có thể hoạt động tự động và/ hoặc thủ công, sẽ che buồng sấy lại khi nhiệt độ quá ngưỡng cài đặt, khi có mưa hoặc khi không

có nắng (ban đêm) giúp tăng cường hiệu suất hệ thống. Người giám sát có thể điều khiển bật che nắng dựa vào các tương tác trên LCD.

- Khối MCU là vi điều khiển trung tâm điều khiển mọi hoạt động của hệ thống, sử dụng loại Atmega 2560 hoặc Atmega 328 với ưu điểm: độ ổn định cao, hỗ trợ nhiều chuẩn giao tiếp, dễ dàng trong lập trình và cài đặt,...

- Ở hoạt động thông thường, MCU sẽ đọc dữ liệu từ cảm biến và IC thời gian thực từ đó điều khiển các module khác theo các thông số cài đặt trước từ LCD. Mọi hoạt động trong buồng sấy sẽ hiển thị trên LCD để người sử dụng giám sát, ngoài ra có thể hiệu chỉnh các cài đặt thông qua tấm cảm ứng trên LCD.

Các ưu điểm nổi bật của thiết bị và công nghệ

Thiết bị sấy động ứng dụng năng lượng mặt trời đã được nghiên cứu phát triển và triển khai thương mại hóa thành công trên thị trường với nhiều ưu điểm nổi bật như sau:

- Ứng dụng năng lượng mặt trời hiệu quả nhất nhờ thiết kế đặc biệt của bề mặt hấp thụ nhiệt mặt trời và hiệu quả xuyên thấu ánh sáng bền vững của vật liệu polycarbonate đặc ruột.
- Tiết kiệm năng lượng lên đến 80% so với sấy bơm nhiệt bằng điện ở cùng công suất sấy.
- Công nghệ sấy động gia tăng độ đồng đều của sản phẩm gần như tuyệt đối so với giải pháp sấy tĩnh vi ngang, đồng thời cắt giảm nhân công đảo vi sấy, đảo xe sấy.
- Công nghệ tách ẩm ngõ vào cho phép sấy ở tầm nhiệt độ trung bình thấp, sản phẩm sau sấy tương đương như công nghệ sấy lạnh.
- Đạt tất cả các tiêu chí vệ sinh an toàn thực phẩm nhờ thiết kế buồng sấy kín, không khí được lọc bụi, tách nước trước khi đưa vào buồng sấy và khử vi sinh, nấm mốc trực tiếp trong buồng sấy bằng công nghệ đèn cực tím dải C.
- Cung cấp các thiết bị sấy đa dạng công suất: từ quy mô công nghiệp đến quy mô hộ gia đình với giá thành rẻ hơn thiết bị cùng công suất của các đối thủ cạnh tranh.
- Tiết kiệm không gian xây dựng, tiết kiệm nhân công.
- Tính đa năng và bền vững của thiết bị.

Kết luận

Với thiết kế đặc biệt của bẫy nhiệt mặt trời, kết hợp với công nghệ sấy động trực đứng và sử dụng máy tách ẩm ở ngõ vào của buồng sấy, thiết bị sấy động ứng dụng năng lượng mặt trời đã giải được bài toán sử dụng hiệu quả nhất nguồn năng lượng sạch và gần như vô tận của đất nước phục vụ cho việc chế biến các sản phẩm nông nghiệp. Thiết bị và công nghệ tiết kiệm điện năng, tiết kiệm nhân công, tiết kiệm mặt bằng xây dựng, tăng sản lượng sấy lên nhiều lần, gia tăng chất lượng của các sản phẩm sau sấy, bảo vệ môi trường và phù hợp với yêu cầu phát triển xanh, sạch, bền vững. Tính đa năng, dễ vận hành, đa dạng về công suất chế biến của thiết bị sẽ góp phần không nhỏ vào việc phát triển công nghệ chế biến, công nghệ sau thu hoạch của nền nông nghiệp Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

<https://sunemit.com/ban-do-buc-xa-mat-troi-tai-viet-nam/>