

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO GIÀN PHƠI NÔNG, HẢI SẢN THÔNG MINH

Đỗ Minh Cường¹, Nguyễn Đạt²

TÓM TẮT

Tại miền Trung, trong khâu làm khô các dạng nông, hải sản, nông dân thường sử dụng dạng phơi nắng trực tiếp. Phương pháp này đơn giản, chi phí phơi sấy thấp, tuy nhiên không chủ động bởi thời tiết thất thường như trời mưa, trời tối, diện tích chiếm chỗ lớn. Để khắc phục một số nhược điểm này, bài báo này trình bày kết quả thiết kế và chế tạo thử nghiệm hệ thống giàn phơi thông minh điều khiển hai chế độ MANU/AUTO, tự động thu gập các khay phơi khi gặp trời mưa hoặc trời tối nhờ cảm biến âm, cảm biến quang và bộ điều khiển LOGO!. Kết quả thử nghiệm phơi với 25 kg bánh trắng gạo cho thấy giàn phơi làm việc ổn định và linh hoạt, hệ thống điều khiển làm việc tốt, diện tích chiếm chỗ giảm từ 12,21 m² (khi các khay được trải ra để phơi) xuống 3,10 m² (khi các khay được xếp gập trên giá) để thuận lợi cho việc lưu kho hoặc di chuyển, giàn phơi di chuyển dễ dàng nhờ các bánh xe, tốc độ gập/trải các khay là 0,22 m/s, thời gian gập/trải hoàn toàn là 11s cho phép ngăn ngừa tác hại của mưa ẩm thất thường đến nông sản, thời gian đáp ứng điều khiển là 0,5s. Giàn phơi có thể ứng dụng để phơi sấy một số nông sản quy mô hộ gia đình, chủ động với thời tiết, góp phần ứng dụng cơ khí hóa và tự động vào sản xuất nông nghiệp, giảm nhọc sức lao động con người và chủ động trong khâu phơi sấy, nâng cao chất lượng và giá trị nông, hải sản.

Từ khóa: Giàn phơi thông minh, LOGO!, tự động, phơi, nông sản.

1. BẬT VẤN ĐỀ

Hiện nay ở các nước đang phát triển, một lượng lớn nông hải sản được phơi khô trực tiếp dưới ánh sáng mặt trời (phơi nắng). Phơi nắng nông, hải sản là phương pháp làm khô truyền thống phổ biến nhất. Với phương pháp này, nguyên liệu được trải thành lớp mỏng phơi dưới ánh nắng mặt trời. Nhiệt ánh sáng mặt trời sẽ đốt nóng nguyên liệu làm nước trong nguyên liệu bốc hơi và đạt đến độ khô cần thiết. Ban ngày sản phẩm được đảo một cách định kỳ, ban đêm được che phủ nhằm đạt được độ khô đồng đều để rút ngắn thời gian sấy và ngăn ngừa mưa ẩm.

Việt Nam có cường độ bức xạ mặt trời (BXMT) vào loại cao trên thế giới, nguồn năng lượng mặt trời (NLMT) có hầu như quanh năm với số giờ nắng dao động 1.600 - 2.600 giờ/năm, đặc biệt là khu vực phía Nam. Tính trung bình toàn quốc thì tổng lượng bức xạ vào khoảng 230 - 250 kcal/cm²/ngày tăng dần từ Bắc vào Nam. Tiềm năng NLMT tốt nhất ở các tỉnh từ Thừa Thiên - Huế trở vào miền Nam [2]. Do vậy, việc tận dụng nguồn năng lượng mặt trời dồi dào này để phơi sấy nông, hải sản sẽ rất hữu ích.

Tuy nhiên, phương pháp này có nhược điểm là không chủ động thời tiết, đặc biệt diễn biến thời tiết phức tạp trong những năm gần đây như mưa nắng thất thường, hiện tượng mưa dột xuất...thời gian phơi dài nên cần nhiều nhân công phục vụ.

Để chủ động hơn trong khâu làm khô bằng phơi nắng, cần thiết kế, chế tạo giàn phơi có thể chủ động bảo vệ nông sản trong điều kiện mưa, trời tối qua hệ thống tự động điều khiển chuyển động khay phơi gập/trải để hoạt động phơi diễn ra liên tục, tăng hiệu suất phơi sấy, nâng cao chất lượng sản phẩm, đặc biệt giảm nhân công phơi sấy.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm thiết kế, chế tạo hệ thống giàn phơi nông sản, chủ động khi phơi và bảo vệ nông sản phẩm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Vật liệu thép hình mạ kẽm được sử dụng để chế tạo khung giàn và khay phơi sử dụng liên kết hàn hoặc lắp ghép; mặt khay phơi làm bằng lưới thép tráng chống gỉ; rãnh dẫn hướng khay phơi dùng thép L; mái che sử dụng ni lông trong. Chọn hệ thống truyền động xích với đường kính vòng chia của đĩa xích chủ động là 105 mm. Cảm biến mưa Sens-Rain01-12V, cảm biến ánh sáng quang trở CDS Relay 12V, 04 động cơ điện DC 12V với tốc độ quay là 40 vòng/phút; bộ điều khiển LOGO! của Siemens; bộ

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

² Trường Cao đẳng Kỹ nghệ Dung Quất, Quảng Ngãi

Email: dominhcuong@huaf.edu.vn

chuyển đổi nguồn AC/DC, công tắc hành trình, khởi động từ, timer, aptomat 1 pha, bộ chuyển đổi điện áp AC thành DC, dây dẫn...

Nguyên liệu phối thử nghiệm là 25 kg (tương đương với 100 bánh) bánh trắng gạo (độ ẩm ban đầu 70%), dạng bánh tròn đường kính 300 mm, bề dày khoảng 2 mm; bánh trắng được trải đều trên 07 khay phối, bánh trắng được phối khô đến độ ẩm 10%.

2.2. Phương pháp

Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp thiết kế, chế tạo và lắp đặt, chạy thử nghiệm để đánh giá khả năng làm việc của giàn phối. Kết cấu, kích thước và các thông số của các chi tiết và hệ thống được tính toán lựa chọn dựa trên các công thức và giải các hàm giải tích [1]. Sau khi chế tạo, hệ thống được sử dụng để phối thử nghiệm với 25 kg bánh trắng gạo tươi, trong điều kiện thời tiết thất thường để đánh giá khả năng vận hành của giàn phối.

Chất lượng làm việc của giàn phối được đánh giá qua độ ổn định và linh hoạt của hệ thống như thời gian gập/trải khay thực tế so với thiết kế; các khay phối chuyển động ổn định trên rãnh trượt với tốc độ như thiết kế và gập xếp gọn gàng, hệ thống làm việc êm và không rung lắc; giàn phối di chuyển dễ dàng; động cơ đóng/ngắt linh hoạt để khay sấy đứng đúng tại các vị trí xác định; khả năng lựa chọn chế độ điều khiển (manual/auto) trên hộp điều khiển; thời gian đáp ứng điều khiển nhanh.

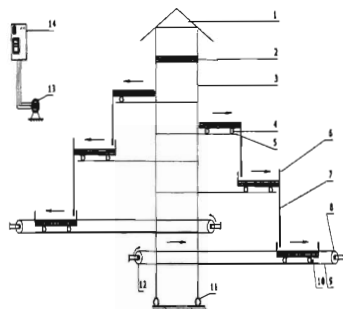
Khả năng làm việc của hệ thống điều khiển được thử nghiệm khi tạo trời tối giả định cho cảm biến quang; hoặc tạo ẩm giả định cho cảm biến ẩm để đánh giá quá trình hoạt động, tính ổn định và linh hoạt của giàn phối, thời gian đáp ứng và độ chính xác của hệ thống điều khiển.

3. KẾT QUẢ THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG PHỐI

3.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hệ thống giàn phối

3.1.1. Cấu tạo của hệ thống giàn phối

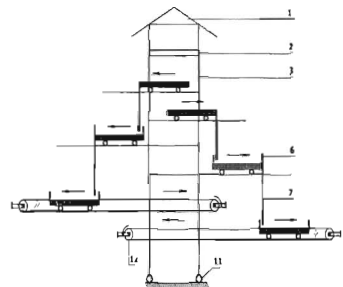
Phân tích đặc tính của hệ thống phối sấy trực tiếp sử dụng năng lượng mặt trời, khối lượng vật phối sấy, lựa chọn cơ cấu dẫn động xích cho các khay phối. Sử dụng các loại vật liệu phổ biến để chế tạo hệ thống giàn phối điều khiển chủ động thu gập khay phối, sơ đồ cấu tạo giàn phối như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý cấu tạo của giàn phối

1. Mái che trong suốt; 2. Khay phối; 3. Khung giá; 4. Bánh xe khay; 5. Rãnh dẫn hướng; 6. Chốt gạt; 7. Cán gạt; 8. Đĩa xích bị động; 9. Xích kéo; 10. Công tắc hành trình; 11. Bánh xe; 12. Đĩa xích chủ động; 13. Động cơ điện; 14. Hộp điều khiển và các cảm biến.

3.1.2. Nguyên lý làm việc



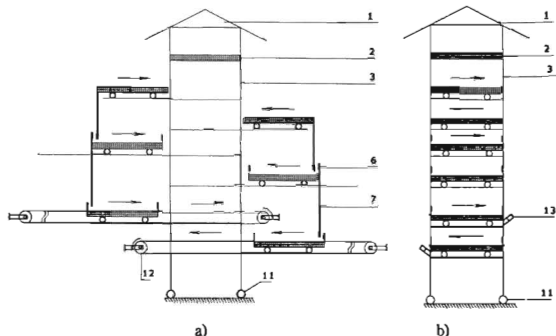
Hình 2. Khay phối đang dịch chuyển trên khung để phối

Hệ thống giàn phối sử dụng nguyên lý phối nâng trực tiếp, nóng, hải sản được đặt trên các khay phối, khay phối được đặt trên giá và có thể dịch chuyển trên các rãnh trượt qua hệ thống bánh xe, các khay phối được điều khiển chủ động hoặc bán chủ động sử dụng hệ thống cảm biến quang, cảm biến âm, role thời gian, công tắc hành trình và hệ thống điều khiển

để có thể di chuyển gấp xếp hoặc trải xuôi linh hoạt và gọn gàng các khay phơi mỗi khi không hoạt động, hoặc trời mưa ẩm, trời tối. Có thể điều chỉnh thời gian phơi sấy qua role thời gian.

Khi cần phơi sấy, động cơ điện (13) sẽ dẫn động bộ truyền động xích kéo các khay phơi (2) trải xuôi ra giàn phơi (3), cơ cấu chốt gạt (6) và cần gạt (7) cho phép các khay phơi trải xuôi linh hoạt theo hình bậc thang để toàn bộ nông sản tiếp xúc với bức xạ mặt trời (hình 2).

Ngược lại khi không đủ ánh sáng (trời tối), trời mưa hoặc độ ẩm cao thì cảm biến ẩm hoặc cảm biến quang đặt trên tủ điện sẽ nhận tín hiệu, điều khiển động cơ điện (13) quay đưa các khay phơi gấp xếp lại nhờ bộ truyền xích và tác động của cơ cấu chốt gạt và cần gạt. Các khay phơi được xếp vào trong khung giàn (3) và được che bởi mái che (1), khay phơi chạm công tắc hành trình (10) ngắt điện động cơ. Hệ thống giàn phơi có thể gấp xếp gọn nhờ các cơ cấu bản lề và di chuyển thuận tiện nhờ bánh xe (11) (hình 3).



Hình 3a. Khay phơi đang dịch chuyển thu gấp trên khung; b. Giàn phơi được xếp gọn trên khung

3.2. Một số kết quả tính toán động lực học hệ thống

Nghiên cứu lựa chọn hệ thống dẫn động là truyền động xích. Để khay di chuyển trên rãnh trượt, lực kéo khay F_k phải lớn hơn lực ma sát giữa khay và rãnh trượt, F_k là lực kéo tính cho một khay. Sơ đồ lực kéo và lực tác động lên khay phơi như hình 4.

Trong đó: P: khối lượng vật kéo (khay + vật sấy), P = 30 kg = 300 N.

μ : hệ số ma sát, với kết cấu di chuyển khay phơi trên rãnh trượt qua con lăn nên hệ số μ rất nhỏ. Tuy nhiên, chọn hệ số ma sát $\mu = 0,2$ tương ứng ma sát trượt giữa thép với thép [4], để tính đến tình trạng kéo lê trượt của khay.

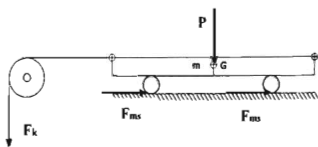
Ta có:

$$P_{ct} = \frac{P_t}{\eta} \quad (3)$$

Trong đó: P_{ct} : Công suất cần thiết trên trục động cơ (kW); P_t : Công suất tính toán trên trục đĩa xích chủ động (kW); η : Hiệu suất truyền động xích, $\eta = 0,95$.

$$M\grave{a} P_t = \frac{F_t \times v \times a}{1000} \quad (kW), F_t: \text{lực kéo của xích tải}$$

là 60 (N), lấy bằng lực F_{ms} , để tính toán, v: vận tốc xích tải là 0,22 m/s (tương ứng với đường kính vòng chia đĩa xích chủ động là 105 mm, tốc độ động cơ



Hình 4. Sơ đồ lực tác động lên khay phơi

$$F_k > F_{ms} (N).$$

(1)

$$M\grave{a} F_{ms} = P \times \mu \quad (N) \quad (2)$$

$$F_{ms} = 300 \times 0,2 = 60 (N).$$

diện chọn 40 vg/ph), a số khay phơi cần dịch chuyển, a=3.

$$\rightarrow P_i = \frac{60 \times 0,22 \times 3}{1000} = 41,64 \times 10^{-3} (kW) = 42(W)$$

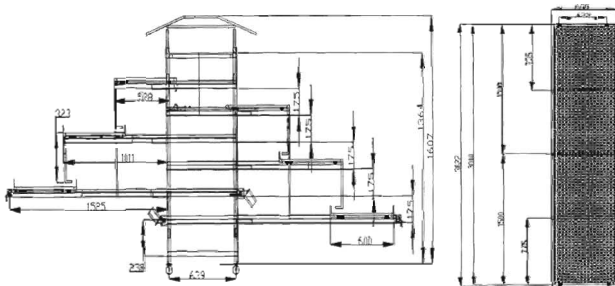
$$\rightarrow P_{ci} = \frac{42}{0,95} = 44(W)$$

Để bảo vệ động cơ khỏi hiện tượng quá tải và tăng tính ổn định của giàn phơi, chọn 04 động cơ

điện DC: U= 12V, I= 1015A, P_{dc} - 60W, n=40 vòng/phút.

3.3. Kết quả thiết kế hệ thống giàn phơi thông minh

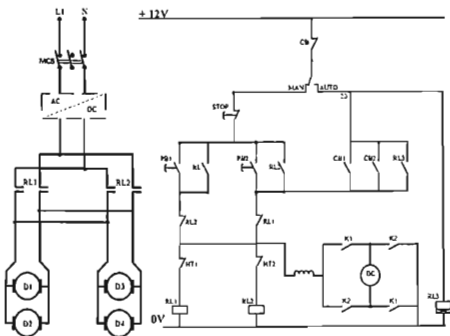
Giàn phơi có thể phơi được 100 bánh trắng tròn (đường kính 300 mm). Chia trên 07 khay phơi, tổng diện tích phơi trên 12 m². Kích thước chính hệ thống và kích thước khay như hình 5.



Hình 5. Kích thước chính của khung và khay phơi

3.4. Cấu tạo và nguyên lý hệ thống điều khiển

Sơ đồ mạch điện động lực và cấu tạo hệ thống điều khiển như hình 6.



SƠ ĐỒ MẠCH ĐỘNG LỰC

SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

Hình 6. Sơ đồ mạch điện động lực và sơ đồ mạch nguyên lý

3.4.1. Giải thích các ký hiệu trong hệ thống điều khiển

MCB: Áp tô mát.

AC/DC: Bộ chuyển đổi xoay chiều sang một chiều.

RL1: Rơ le điều khiển động cơ chuyển động chiều ra.

RL2: Rơ le điều khiển động cơ chuyển động chiều vào.

RL3: Rơ le thời gian.

STOP: Nút nhấn dừng.

PB1: Nút nhấn động cơ chuyển động chiều ra.

PB2: Nút nhấn động cơ chuyển động chiều vào.

SW: Công tắc chuyển đổi tự động hoặc dừng tay.

CB1: Cảm biến ánh sáng.

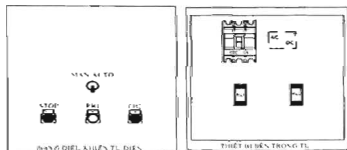
CB2: Cảm biến độ ẩm.

HT1, HT2: Công tắc hành trình chiều ra và chiều vào.

K1, K2: Khởi động từ.

Đ1, Đ2, Đ3, Đ4: Động cơ điện.

Áp tô mát 1 pha điện áp 220V để cấp điện cho mạch, dòng điện đi qua rơ le thời gian (timer). Sử dụng rơ le thời gian để cài đặt thời gian hoạt động của hệ thống theo yêu cầu. Dòng điện 220V (AC) qua biến áp chuyển thành dòng 12V (AC). Dòng điện 12V (AC) qua bộ chỉnh lưu trở thành dòng điện 1 chiều 12V (DC) đi qua rơ le trung gian. Các chân tiếp điểm rơ le trung gian mở chuyển dòng điện đến mạch điều khiển động cơ điện.



Hình 7. Thiết bị tủ điều khiển (mặt ngoài và trong tủ)

3.4.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống điều khiển

a) Chế độ dừng tay:

Đóng áp tô mát MCB và CB, chuyển công tắc SW sang chế độ MANU.

+ Với chuyển động trái khay phơi trên khung giàn: Nhấn PB1, RL1 có điện đóng tiếp điểm RL1 mạch động lực, cuộn dây K1 có điện, khi đó các tiếp điểm K1 đóng tại, động cơ Đ1, Đ2, Đ3 và Đ4 có điện kéo khay phơi chuyển động chiều ra, khi khay phơi tác động vào công tắc hành trình HT1, động cơ mất điện và khay phơi dừng chuyển động.

+ Với chuyển động thu gập khay phơi trên khung giàn: Nhấn PB2, RL2 có điện đóng tiếp điểm RL2 mạch động lực, cuộn dây K2 có điện, khi đó các tiếp điểm K2 đóng tại, động cơ ĐC1, ĐC2, ĐC3 và ĐC4 có điện kéo khay phơi chuyển động chiều vào, khi khay phơi tác động vào công tắc hành trình HT2, động cơ mất điện và khay phơi dừng chuyển động.

b) Chế độ tự động: Đóng áp tô mát MCB và CB, chuyển công tắc SW sang chế độ AUTO

Khi giàn phơi đang ở vị trí để phơi sấy, các động cơ ĐC1, ĐC2, ĐC3 và ĐC4 có điện kéo khay phơi chuyển động chiều vào nếu:

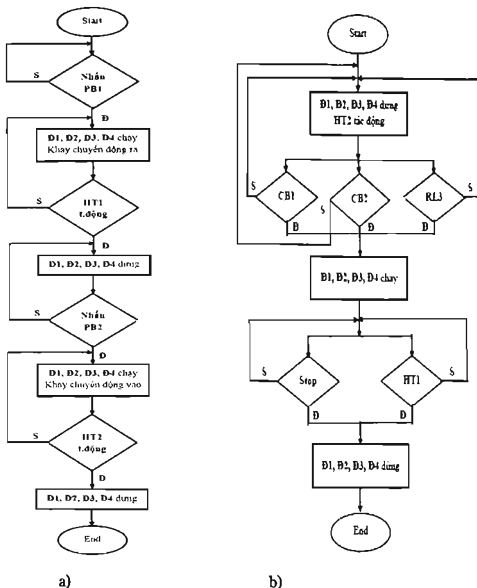
+ Cảm biến CB1 tác động khi ánh sáng không đạt.

+ Cảm biến CB2 tác động khi độ ẩm cao.

+ Rơ le RL3 tác động theo chế độ cài đặt thời gian.

c) Chế độ dừng:

Các động cơ đang hoạt động, nhấn STOP, rơ le RL1 hoặc rơ le RL2 mất điện, các tiếp điểm mạch động lực mở và ngắt điện động cơ. Lưu đồ (thuật toán hệ thống điều khiển như hình 8.



Hình 8. Lưu đồ thuật toán hệ thống điều khiển giàn phơi: a). Chế độ MANUAL; b) Chế độ AUTO

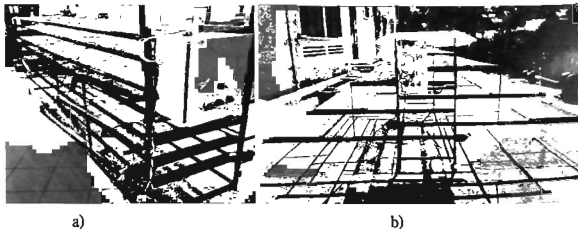
3.5. Kết quả chế tạo và chạy thử nghiệm hệ thống giàn phơi thông minh

Sau khi chế tạo (hình 9), giàn phơi được thử nghiệm chạy không với ba chế độ điều khiển: MANU, TIMER và AUTO. Để xem xét sự ổn định và linh hoạt quá trình gập/trải các khay, vị trí dừng chuyển động của khay, thao tác và độ chính xác điều khiển, tốc độ gập/duỗi khay, thời gian gập/trải khay; thử nghiệm kiểm tra gập khay theo thời gian cài đặt thử với chế độ dừng TIMER; làm tối và tạo âm giả định để kiểm tra độ ổn định và độ nhạy của hệ thống điều khiển (đối với chế độ AUTO).

Kết quả cho thấy rằng, giàn phơi có thể gập/trải rất linh hoạt và gọn, các khay phơi dịch chuyển ổn định và êm; động cơ và bộ truyền động xích hoạt động ổn định; diện tích chiếm chỗ giảm từ 12,21 m² xuống 3,10 m² khi các khay được xếp gập trên giá để

đễ dàng di chuyển nhờ các bánh xe; tốc độ gập/trải các khay là 0,22 m/s, thời gian gập/trải hoàn toàn xấp xỉ 11s. Các khay phơi có thể gập xếp tự động nhờ cảm biến âm và cảm biến quang, thời gian đáp ứng điều khiển là 0,5 giây.

Kết quả thử nghiệm phơi với 25 kg bánh trắng gạo (hình 10), với bề dày bánh trắng 2 mm; diện tích sấy là 12,6 m²; độ ẩm không khí tự nhiên khoảng 80%; nhiệt độ cao nhất ngày 36°C, cho thấy cần phơi 04 giờ để bánh trắng đạt độ ẩm bảo quản (10-11%), tương đương với phơi truyền thống trên vỉ phơi. Kết quả cũng cho thấy giàn phơi làm việc ổn định, các khay phơi gập/trải linh hoạt, hệ thống điều khiển làm việc tốt, tốc độ gập/trải các khay là 0,22±0,02 m/s, thời gian gập/trải là 11s, thời gian đáp ứng điều khiển cũng là 0,5 giây. Khi trời mưa, khay phơi được gập xếp để bảo vệ bánh trắng khỏi bị mưa ẩm nhờ mái che trên giàn phơi.



Hình 9. Hình ảnh giàn phơi thông minh sau khi chế tạo: b) Hình ảnh khi phơi, a) Hình ảnh khi thu gọn giàn phơi

Giàn phơi có cấu tạo đơn giản, vận hành dễ dàng, vật liệu và các chi tiết, linh kiện sẵn có trên thị trường. Kích thước bao (DxRxC) là 3,1 x 1,0 x 1,6 m.

Đặc biệt, với thời tiết mưa nắng thất thường như các tỉnh miền Trung, sử dụng thiết bị giàn phơi thông minh sẽ chủ động hơn trong việc phòng mưa ẩm, giảm được nhân công phục vụ trong quá trình sấy, được chú ý hơn khi thời gian phơi dài.

Nhược điểm của thiết bị: trong quá trình phơi, nhiệt độ phơi biến thiên theo thời gian trong ngày, phụ thuộc nhiều vào thời tiết.



Hình 10. Hình ảnh thiết bị đang được sử dụng để phơi bánh tráng gạo

4. KẾT LUẬN

Phương pháp phơi nắng để làm khô nông sản vẫn sẽ được sử dụng trên những địa bàn có cường độ nắng lớn như các tỉnh miền Trung. Đã lựa chọn nguyên lý giàn phơi thông minh, chế tạo mô hình và phơi thử nghiệm với 25 kg bánh tráng ướt (100 bánh), cụ thể:

Nguyên lý các khay phơi di trượt trên thanh dẫn hướng qua hệ thống con lăn được lắp đặt trên khung giàn phơi, dẫn động xích và động cơ điện 12V (DC). Hệ thống điều khiển có thể chọn chế độ điều khiển bằng tay, chế độ sử dụng rơ le thời gian hay chế độ tự động. Ở chế độ tự động, thiết bị có thể tự thu gấp khay phơi nhờ hệ thống cảm biến âm và cảm biến quang và bộ điều khiển LOGO! của Siemens cho phép khay phơi được gấp xếp vào khung khi trời mưa ẩm, hoặc trời tối để bảo vệ nông, hải sản khỏi bị mưa ẩm hoặc qua đêm nhờ mái che của giàn phơi. Kết quả thử nghiệm cho thấy tốc độ trải/gấp xấp xỉ 0,22 m/s (như tốc độ thiết kế), thời gian trải/gấp xấp xỉ 11s; thời gian đáp ứng của hệ thống điều khiển là 0,5 s

Giàn phơi có cấu tạo đơn giản, vận hành dễ dàng, các khay phơi được gấp xếp/duỗi trải linh hoạt nhờ thanh dẫn hướng và bộ truyền động xích, hệ thống điều khiển làm việc ổn định. Vật liệu và các chi tiết, linh kiện sẵn có trên thị trường, kích thước bao (DxRxC) là 3,1 x 1,0 x 1,6 m.

Giàn phơi có thể dùng để phơi sấy một số loại nông, hải sản, phù hợp với các sản phẩm cần phơi sấy nhiều ngày, đặc biệt tại các vùng có thời tiết mưa nắng thất thường và cường độ nắng lớn, nhằm giảm tổn thất và nâng cao chất lượng sản phẩm sau phơi, giảm nhẹ sức nhân công lao động, tăng cường ứng dụng nguồn năng lượng mặt trời, góp phần bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển (2006). Tính toán thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí. Nhà xuất bản Giáo dục.

2. Nguyễn Thế Chinh. Nguồn tài nguyên năng lượng Việt Nam và khả năng đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế. Thông tin trên *Viện Chiến lược, Chính sách Tài nguyên và Môi trường - Bộ TN&MT*.

3. Nguyễn Doãn Ý (2005). Mạ sắt hao mòn và bôi trơn. Nhà xuất bản Xây dựng.

4. Hans-Jürgen Butt, Karlheinz Graf, Michael Kappl (2006). *Physics and Chemistry of Interfaces*. Wiley Publishers, trang 373, ISBN 3527404139.

DESIGN AND MANUFACTURING THE SMART DRYING RACK FOR DRYING AGRICULTURAL PRODUCTS

Do Minh Cuong¹, Nguyen Dat²

¹College of Agriculture and Forestry, Hue University

²Dung Quat College of Technology, Quang Ngai

Summary

In the central of Vietnam, farmers often use direct sun drying method to dry agricultural products. This method is simple, the drying cost is low, but it does not actively dry because of bad weather conditions such as rain, dark and need a large drying platform. To limit these disadvantages, this paper presents the results of design, manufacturing and testing a smart drying tray system. This system can open and close (in manual or automatic setting) trays in arrange by drying rack, and covered a transparent plastic sheet to protect the agricultural products during drying process when it is raining or becoming dark using rain sensor, light sensor and control system of LOGO! device of Siemens. Test results show that the smart drying tray system is stably working, trays flexibly moving by the speed of 0.22 m/s, need a time of 11s for a close cycle to prevent the damaging to products when it is raining; the control system works well, the drying area is reduced from 12.21 m² (when the trays are open out to dry in the sun) to 3.10 m² (when the trays are collected on the rack); the system easy to move by the wheels. The drying rack can be used to dry in the sun of some agricultural products with taking an active dryer to prevent the raining or dark of the erratic weather, promoting mechanized and automatic applications to agricultural and seafood productions, reduce labor cost and raising the value of products.

Keywords: *Smart drying rack, LOGO!, automatic, dry in the sun, agricultural product.*

Người phản biện: TS. Nguyễn Năng Nhượng

Ngày nhận bài: 4/9/2018

Ngày thông qua phản biện: 5/10/2018

Ngày duyệt đăng: 12/10/2018