

NGHIÊN CỨU VÀ CHẾ TẠO MÔ HÌNH HỆ THỐNG ĐÓNG GÓI KEO MÈ XỨNG TRUYỀN THỐNG

RESEARCH ON AND FABRICATION OF VIETNAMESE SESAME SEED CANDY PACKAGING SYSTEM

Trần Quang Khải, Phan Văn Sơn, Nguyễn Thành Duy

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; tqkhai@dut.udn.vn

Tóm tắt - Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày quá trình lên ý tưởng, thiết kế và chế tạo một mô hình hệ thống gói mè xứng có năng suất cao. Kẹo mè xứng là một đặc sản ẩm thực của khu vực miền Trung Việt Nam, đặc biệt là tại tỉnh Thừa Thiên Huế. Tại tỉnh này có một số làng nghề thủ công sản xuất mè xứng nổi tiếng. Tuy nhiên, quy mô sản xuất của những làng nghề này còn nhỏ do hoạt động sản xuất còn làm bằng tay, đặc biệt trong khâu đóng gói. Vì đặc thù của kẹo mè xứng là dẻo và có bề mặt dính, và nguyên liệu gói bánh chủ yếu là nylon rất bám dính, nên việc chế tạo một hệ thống khép kín có khả năng đóng gói tốt là khó khăn. Mô hình được giới thiệu trong bài báo này có một số ưu điểm nổi bật như sau: Khả năng đóng gói chính xác, năng suất cao, dễ bảo trì và sửa chữa.

Từ khóa - Hệ thống sản xuất; hệ thống đóng gói sản phẩm; sản xuất sạch

1. Đặt vấn đề

Kẹo mè xứng là một đặc sản ẩm thực của tỉnh Thừa Thiên Huế. Kẹo được chế biến từ thành phần nguyên liệu gồm đường, lạc (đậu phộng), mạch nha, vani, mè trắng, bột lọc, bột gạo và có thể có bánh trắng mỏng [1]. Theo Quy chuẩn kỹ thuật địa phương sản phẩm mè xứng Huế [1], có hai loại mè xứng là mè xứng dẻo và mè xứng giòn. Vì đặc tính của mè xứng dẻo là mềm, dẻo, và bề mặt ngoài có tính dính, ngoài ra, bao bì được sử dụng là nylon trong và mỏng rất bám dính, nên đóng gói bao bì mè xứng dẻo là tương đối khó khăn. Trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung vào việc thực hiện đóng gói tự động mè xứng dẻo.

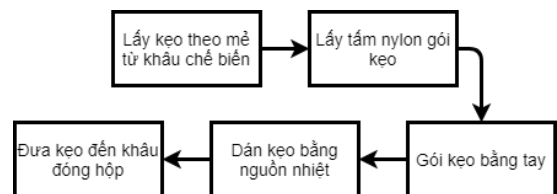


Hình 1. Kẹo mè xứng đã được đóng gói.
Nguồn ảnh: VietnamHueTourism

Các làng nghề sản xuất mè xứng ở tỉnh Thừa Thiên Huế hiện nay còn ở quy mô nhỏ, năng suất chưa cao vì chủ yếu sản xuất thủ công bằng tay ở cả khâu chế biến và đóng gói [2]. Quy trình đóng gói bằng tay kẹo mè xứng có thể được tóm tắt như sau: Nhận kẹo thô từ khâu chế biến, lấy và cắt nylon theo kích thước của kẹo, gói kẹo, gia nhiệt trên nếp gấp để dán cố định nylon trên kẹo, đưa kẹo ra ngoài.

Abstract - In this paper, the authors propose a concept of a high performance of Vietnamese sesame seed candy packaging model. Sesame seed candy is a speciality of the Central Vietnam, especially of Hue, the ancient capital of Vietnam. Sesame seed candy is mainly crafted in some traditional villages in Hue. Because of handicraft, the performance of packaging process is low, and the appearance of packages is not so attractive. Two important physical characteristics of sesame seed candy are stickiness and softness. The material used for the package is mainly nylon. Those combinations trouble the automatic packaging process. The proposed model has the following advantages compared to tackle those obstacles: precise and homogeneous package, high performance, and easy maintenance. The model can be studied to make a closed, automatic sesame seed candy manufacturing system in the future.

Key words - Manufacturing system; packaging system; green manufacturing



Hình 2. Quy trình đóng gói thủ công kẹo mè xứng

Có thể nhận thấy, trong khâu đóng gói kẹo mè xứng, cần rất nhiều nhân công để thực hiện dẫn đến một số vấn đề tồn tại sau:

- Hình thức bên ngoài của giấy gói kẹo không đồng nhất, vì tay nghề của mỗi công nhân là khác nhau;
- Năng suất không cao, vì làm bằng tay;
- Công đoạn gia nhiệt để dán phần nylon nhiều làng nghề còn sử dụng nguồn nhiệt là nến dẫn đến không đảm bảo an toàn lao động;
- Có thể không đảm bảo an toàn vệ sinh, vì công nhân tiếp xúc trực tiếp với kẹo ở dạng trần sau đó mới đóng gói bằng tay, muối chì từ nến parafin trong công đoạn dán nylon có thể ám lớp bao bì.

Việc tự động hoá khâu đóng gói có thể giúp tăng năng suất cũng như đảm bảo hình thức bên ngoài của gói kẹo đẹp và đồng nhất. Hiện tại, theo hiểu biết của nhóm tác giả, vẫn chưa có một mô hình tự động hoàn chỉnh và mang tính module (để có thể lắp ghép dễ dàng với khâu chế biến).

2. Tình hình thực tế và giải pháp

Hiện nay, vẫn chưa có số liệu thống kê chính thức về năng suất làm việc của thợ đóng gói mè xứng. Theo khảo sát của nhóm tác giả, một người thợ làm kẹo bình thường có thể dán được trung bình khoảng 2500 sản phẩm kẹo mè xứng trong một ca làm việc tám tiếng, tức tiêu tốn khoảng

11.5s/sản phẩm. Ngoài ra, như đã đề cập ở phần 1, khi sản xuất thủ công, kẹo được dán nylon bằng nguồn nhiệt chính là nến parafin ảnh hưởng đến an toàn lao động và an toàn vệ sinh thực phẩm; Thợ làm kẹo cầm kẹo một cách trực tiếp cũng ảnh hưởng đến chất lượng vệ sinh của viên kẹo.



Hình 3. Đóng gói mè xừng thủ công bằng tay tại một làng nghề ở Huế. Nguồn ảnh: VietnamHueTourism

Sau khi tham khảo một số tài liệu chính thức có liên quan đến quy chuẩn chế biến mè xừng [1], nhóm tác giả đặt ra một số yêu cầu mà mô hình phải đạt được như sau:

- Đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm;
- Hoạt động ổn định ở cường độ hoạt động cao;
- Bao bì được đóng gói đồng nhất và đồng đều theo chuẩn đặt ra từ trước;
- Tỷ lệ đóng gói lỗi thấp;
- Dễ lắp ráp, điều khiển, và nâng cấp ở thực địa;
- Dễ chế tạo và có giá thành thấp.

Trong mô hình này, bước quan trọng nhất là gấp và dán nylon lại trên thoi kẹo mè xừng. Thoi kẹo phải được dán phải đảm bảo tính thẩm mỹ và khó bị bung vết dán. Sau khi phân tích một số phương án, nhóm tác giả đưa ra một số nhận xét như sau:

- Nếu sử dụng cánh tay robot để gấp nylon: Phải sử dụng đầu gấp mềm vì nylon là vật liệu dễ bị hư hỏng, đòi hỏi độ chính xác hoạt động cao vì thoi kẹo có kích thước nhỏ, tốc độ hoạt động chậm, kích thước công kênh và chi phí cao [3];
- Nếu sử dụng hệ thống xylanh điện/ khí nén thì hệ thống công kênh, hoạt động ổn, và cần hệ thống đồ gá, định vị chính xác cao.

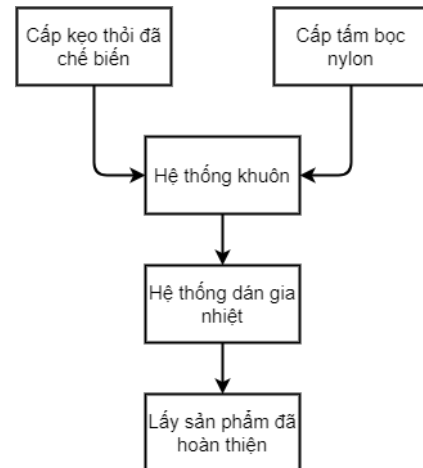
Nhóm tác giả đề xuất sử dụng hai khuôn định vị kết hợp rãnh dẫn hướng và đầu gia nhiệt để tiến hành gói kẹo với các ưu điểm như sau:

- Khuôn dễ chế tạo với giá thành thấp: khuôn được in 3D bằng vật liệu nhựa polylactic acid (PLA) an toàn trong xử lý thực phẩm và thân thiện với môi trường [5, 6, 7];
- Độ chính xác đóng gói cao;
- Đầu gia nhiệt hạn chế tối đa các ảnh hưởng từ muối parafin, mồi dán đẹp và đồng nhất.

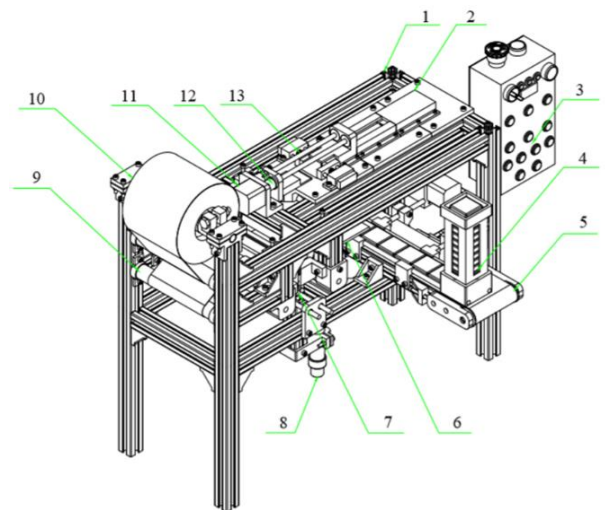
Quy trình công nghệ tương ứng với các yêu cầu và nhận xét ở trên được tóm tắt trong sơ đồ ở Hình 3.

Nguyên lý hoạt động tổng quát của mô hình được mô tả như sau: Đầu tiên, thoi kẹo sẽ được vận chuyển theo băng

tải tới vị trí của một xylanh A, đồng thời tấm bọc nylon sẽ được cấp thông qua hệ thống trục dẫn hướng cố định và trực tiếp được truyền động nhờ động cơ bước; Cơ cấu cắt bằng dao sẽ cắt đứt tấm nylon với kích thước yêu cầu, kẹo sẽ được xylanh A đẩy tới vị trí phía dưới tấm nylon đã được cắt, đồng thời một xylanh B khác sẽ đẩy toàn bộ vào các khuôn; Sau khi qua hai khuôn thì việc đóng gói kẹo cơ bản đã được định hình; Khi hoàn tất công đoạn gói kẹo thì kẹo sẽ được đẩy qua hệ thống gia nhiệt dán kẹo bằng bộ truyền vít me-đai ốc để dán kẹo lại thành sản phẩm hoàn chỉnh. Mô hình lắp ráp hoàn chỉnh được cho trong Hình 5.



Hình 4. Quy trình công nghệ đóng gói kẹo mè xừng dẻo



Hình 5. Mô hình lắp ráp hoàn chỉnh của hệ thống đóng gói kẹo mè xừng

Bảng 1. Các chi tiết/ cụm chi tiết chính trên mô hình

1	Khung máy	8	Xylanh khí nén
2	Đường dẫn kẹo ra	9	Bộ phận cấp bao
3	Tủ điều khiển	10	Cuộn ni lông
4	Cụm cấp và làm đều kẹo	11	Động cơ bước
5	Băng tải	12	Bộ truyền vít me-đai ốc
6	Khuôn	13	Lò xo nén
7	Bộ phận cắt bao		

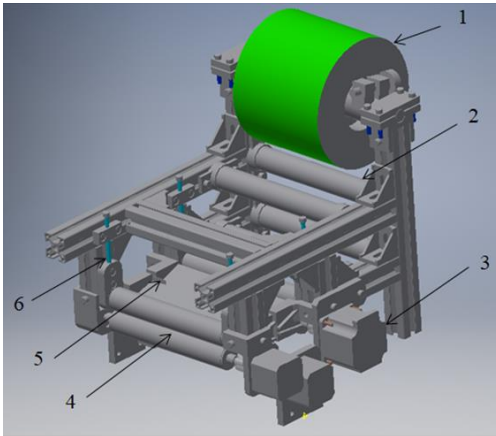
2.1. Cơ cấu cấp kẹo

Kích thước một thoi kẹo mè xừng là dài × rộng × cao = 38 × 38 × 13 (mm) với khối lượng trung bình là

35g. Cơ cấu cấp kẹo có nhiệm vụ vận chuyển kẹo đã được chế biến đến cơ cấu đóng gói (gấp và dán nylon). Trong mô hình được đề xuất, mè xúng được cấp bằng hệ thống băng tải cao su (Hình 5, cụm chi tiết (5)). Ngoài ra, trước khi vào băng tải, các thỏi kẹo mè xúng được cho qua cơ cấu làm đều và định hướng (Hình 5, cụm chi tiết (4)). Hệ thống băng tải cao su có lớp phủ chống dính để hạn chế tối đa hiện tượng dính kẹo trên băng tải.

2.2. Cơ cấu cấp tấm gói nylon tự động

Cơ cấu cấp tấm gói nylon tự động được cho trên Hình 6. Mè xúng là loại thực phẩm có thể bảo quản được lâu trong điều kiện bình thường nếu được đóng gói kín. Nylon là vật liệu được chọn để đóng gói thỏi kẹo mè xúng vì tính kín, dai, bền, và ít thấm nước [4]. Nhóm tác giả sử dụng cuộn nylon công nghiệp có sẵn trên thị trường có kích thước chiều rộng 130mm (1). Thỏi kẹo có dạng vuông nên kích thước tấm nylon gói được chọn là 130 × 130 (mm).



Hình 6. Cơ cấu cấp tấm gói nylon tự động

Cơ cấu cấp tấm gói nylon gồm cụm ba trục dẫn hướng và căng nylon (2), hai cặp trục ép (4) để dẫn tấm nylon gói tới đúng vị trí. Cơ cấu cắt nylon (5) được dẫn động bằng bộ truyền vít me-đai ốc thông qua động cơ bước truyền động (3).



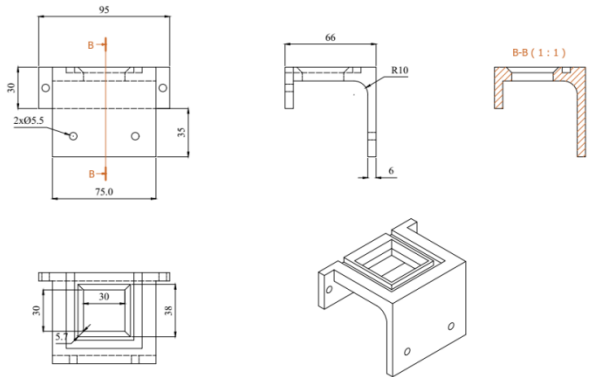
Hình 7. Nylon cuộn công nghiệp

2.3. Cơ cấu gói kẹo

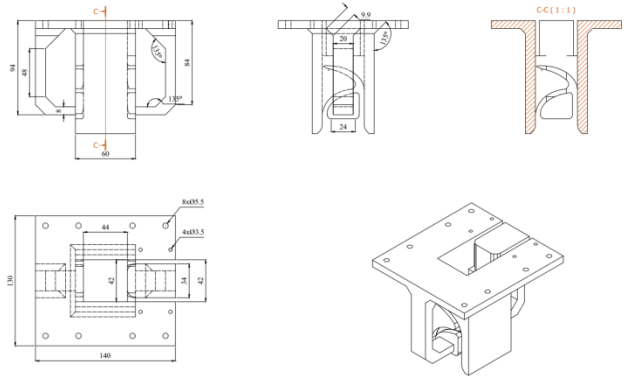
Điểm mới của hệ thống gói kẹo mè xúng tự động trong bài báo này là hệ thống khuôn gói kẹo. Hệ thống hai khuôn này được mô tả ở Hình 8 và Hình 9. Thay vì sử dụng cánh

tay robot hoặc hệ thống xy lanh để gói, thỏi kẹo sau khi được đặt vào giữa tấm gói nylon, sẽ được xy lanh đẩy qua hệ thống hai khuôn được lắp nối tiếp nhau theo trình tự sau:

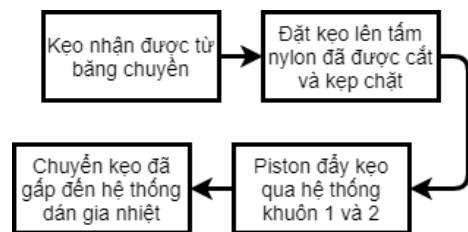
- Khuôn 1 có nhiệm vụ làm định vị tấm bọc nylon lên bốn mặt bên của bánh;
- Khuôn 2 tạo các đường nếp gấp và cố định các đường nếp gấp này.



Hình 8. Khuôn 1



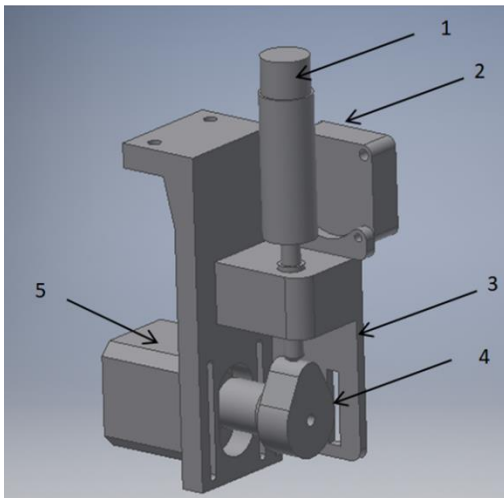
Hình 9. Khuôn 2



Hình 10. Trình tự gấp kẹo

2.4. Cơ cấu dán kẹo

Cơ cấu dán kẹo tự động ở Hình 11 cũng là điểm mới so với hình thức làm thủ công truyền thống. Mô hình sử dụng đầu gia nhiệt (1) có kiểm soát nhiệt độ tự động bằng hệ thống cảm biến và vi điều khiển. Đầu gia nhiệt hạn chế tối đa việc sản sinh muội carbon và đảm bảo các mối dán đồng nhất. Nhiệt độ trên đầu gia nhiệt được duy trì ở nhiệt độ từ 150-250 độ C bằng điện trở nhiệt và được giám sát bởi hệ thống cảm biến nhiệt. Để đảm bảo điều kiện làm việc lâu dài, trên cơ cấu gia nhiệt có thêm quạt tản nhiệt được điều khiển PWM để làm mát cho các chi tiết và cơ cấu ở gần đầu gia nhiệt. Cơ cấu cam (4) và động cơ bước (5) được gá trên đồ gá (3) làm cơ cấu dán tấm nylon gói kẹo.



Hình 11. Cơ cấu gia nhiệt dán tấm nylon gói kẹo

2.5. Hệ thống điều khiển

Vì chỉ dừng lại ở mức mô hình và chi phí không cho phép, nhóm tác giả chỉ sử dụng vi điều khiển Atmega 2560 [8] làm bộ điều khiển trung tâm cho hệ thống. Thông qua vi điều khiển, hệ thống hoạt động thông qua bốn khối điều khiển quan trọng như sau:

- Khối cảm biến bao gồm cảm biến nhiệt độ để thu thập dữ liệu nhiệt độ bộ phận dán kẹo để có thể điều chỉnh nhiệt độ được phù hợp, các cảm biến tiệm cận hồng ngoại và cảm biến quang trở để xác định hành trình xylanh và để kiểm tra hết kẹo, hết bao nylon;

- Khối mạch relay gồm 6 kênh có nhiệm vụ điều khiển van điện tử, bật tắt động cơ băng tải, bật tắt điện trở nhiệt, bật tắt đèn và còi báo động;

- Khối mạch bao gồm các Drive TB6560 và Drive TB6600 để điều khiển động cơ bước;

- Khối xy lanh khí nén gồm hai xy lanh khí nén và hai van đảo chiều điện từ 5 cửa 2 vị trí để điều khiển xy lanh. Trên mỗi van đều có van tiết lưu khí nén được lắp ở hai đầu đường dẫn khí để có thể thay đổi tốc độ xy lanh theo yêu cầu. Để chống nhiễu do cuộn dây van điện từ lúc đóng mở van, diode được sử dụng để dập xung gây nhiễu cho hệ thống.

Mô hình thực tế của hệ thống sau khi được lắp ráp hoàn chỉnh được cho ở Hình 12.



Hình 12. Mô hình hoàn chỉnh của hệ thống



Hình 13. Kẹo được gói trên mô hình, mặt đen đánh dấu mặt được dán khi đi vào cơ cấu dán

3. Kết luận

Mô hình thực tế đã được chạy thử nghiệm với tỉ lệ lỗi đóng gói thấp ($< 1\%$), sản phẩm gói được đồng nhất và chắc chắn. Năng suất làm việc đạt được 6s/sản phẩm, tức khoảng 4800 sản phẩm/ca làm việc 8 tiếng, gấp đôi thợ làm việc bình thường. Kích thước tổng thể của mô hình khá nhỏ (dài $\times$ rộng $\times$ cao = 850 $\times$ 260 $\times$ 640mm), cho phép lắp đặt tại các cơ sở sản xuất nhỏ lẻ.

Do chỉ dừng lại ở cấp độ mô hình nên một số chi tiết và vật liệu trong sản phẩm còn chưa đáp ứng được yêu cầu công nghiệp. Tuy nhiên, vì thiết kế theo dạng module, trong tương lai, các chi tiết và vật liệu này hoàn toàn có thể được thay thế để đáp ứng yêu cầu khắt khe của sản xuất công nghiệp quy mô lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ủy ban nhân dân Tỉnh Thừa Thiên Huế, Quyết định 40/2019/QĐ-UBND về Quy chuẩn kỹ thuật đối với mề xừng Huế tỉnh Thừa Thiên Huế, UBND Tỉnh Thừa Thiên Huế, 2019.
- [2] Nguyen Hoang Ngoc Linh, "Assessing the status of building collective marks for craft village products in Thua Thien Hue province", *Hue University Journal of Science: Economics and Development*, 128(5C), 2019, 169-183.
- [3] Venketesh N. Dubey & Jian S. Dai, "A packaging robot for complex cartons", *Industrial Robot: An International Journal*, 33(2), 2006, 82-87.
- [4] Del Nobile, M. A., Buonocore, G. G., Altieri, C., Battaglia, G., & Nicolais, L., "Modeling the water barrier properties of nylon film intended for food packaging applications", *Journal of food science*, 68(4), 2003, 1334-1340.
- [5] Bergstroem, J. S., & Hayman, D., "An overview of mechanical properties and material modeling of polylactide (PLA) for medical applications", *Annals of biomedical engineering*, 44(2), 2016, 330-340.
- [6] Wojtyła, S., Klama, P., & Baran, T., "Is 3D printing safe? Analysis of the thermal treatment of thermoplastics: ABS, PLA, PET, and nylon", *Journal of occupational and environmental hygiene*, 14(6), 2017, D80-D85.
- [7] Letcher, T., & Waytashek, M., "Material property testing of 3D-printed specimen in PLA on an entry-level 3D printer", *ASME 2014 international mechanical engineering congress and exposition, American Society of Mechanical Engineers Digital Collection*, 2014, 1-8.
- [8] Lipps, C., Weinand, A., Krummacker, D., Fischer, C., & Schotten, H. D., "Proof of concept for IoT device authentication based on SRAM PUFs using ATMEGA 2560-MCU", *1st International Conference on Data Intelligence and Security (ICDIS)*, 2018, 36-42.