

THIẾT KẾ CHẾ TẠO VÀ KHẢO NGHIỆM MÁY TÁCH CUỐNG ỚT BÁN TỰ ĐỘNG

STUDY ON DESIGNING, MANUFACTURING AND TESTING A CHILLI DE-STEMMING SEMI-AUTOMATIC MACHINE

Nguyễn Thanh Phong, Lê Anh Đức, Bùi Ngọc Hùng
Trường Đại học Nông Lâm TP HCM, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 20/9/2017, ngày phản biện đánh giá 28/9/2017, ngày chấp nhận đăng 16/10/2017.

TÓM TẮT

Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm máy tách cuống ớt bán tự động trong các dây chuyền sản xuất và chế biến các sản phẩm từ ớt nói chung nhằm mục đích hạn chế sử dụng lao động thủ công, giảm chi phí sản xuất, nâng cao hiệu quả kinh tế trong công đoạn tách cuống ớt. Kết quả tính toán thiết kế đã xác định được các thông số cấu tạo và thông số làm việc của máy tách cuống ớt bán tự động với năng suất 10 ÷ 15 kg/h. Trên cơ sở tính toán thiết kế, máy tách cuống ớt bán tự động đã được chế tạo. Nghiên cứu đã xác định được tỉ lệ tách cuống ớt là 88,37%, tỉ lệ ớt tổn thương sau khi tách cuống 6,34%, tiêu thụ điện năng riêng 20,14 Wh/kg và năng suất máy đạt được 13,89 kg/h khi vận tốc băng tải định hướng cuống trong khoảng 0,13 ÷ 0,18 m/s, tỉ số giữa vận tốc cơ cấu tách cuống với vận tốc băng tải định hướng tách cuống ớt là 1,66.

Từ khóa: ớt; máy tách cuống; cuống ớt; tỷ lệ tách; tỷ lệ tổn thương.

ABSTRACT

Study on designing, building and testing a chilli de-stemming semi-automatic machine in production and processing lines of chilli products with the aim of reducing manual labor, production costs and promoting production efficiency in the chilli de-stemming stage. The calculation results have determined the structure and working parameters of the machine with a capacity of 10 ÷ 15kg/hour. Based on the results, the chilli de-stemming semi-automatic machine has been manufactured. The study has demonstrated the de-stemming rate of 88.37%; the damaging rate of 6.34%; the specific power consumption of 20.14Wh/kg and the machine capacity reached 13.89kg/hour at an orientation belt conveyor velocity of 0.13 ÷ 0.18m/s. The rate between the velocity of de-stemming structure and velocity of orientation conveyor belt is 1.66.

Keywords: chilli; chilli de-stemming machine; stems; de-stemming rate; damaging rate.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ớt là một loại quả thuộc các cây thuộc chi *Capsicum* của họ Cà (*Solanaceae*). Ớt là một loại quả gia vị cũng như loại quả làm rau phổ biến trên thế giới. Trong ớt chứa rất nhiều capsaicin (8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide) là thành phần chính tạo hương vị cay và có giá trị cao trong y học, capsaicin được xem như là một hoạt chất ngăn ngừa ung thư tiềm năng ([1], [2]), chống oxy hóa, làm giảm lượng cholesterol và béo phì [3].

Trước hiện trạng lao động thủ công ở địa phương ngày càng thiếu hụt, đẩy chi phí thuê nhân công tách cuống ớt ngày càng cao, ớt trong 24 giờ không được tách cuống nên màu ớt biến đổi (không còn tươi) dẫn đến giảm chất lượng và tăng giá thành sản phẩm. Hơn thế nữa, công đoạn tách cuống thủ công làm ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của người lao động như nóng da, đau mắt, tê liệt đầu móng tay... Do đó, trong thời gian gần đây

một vài máy tách cuống ớt đã được chế tạo, nhưng vẫn chưa đáp ứng được một số yêu cầu thực tế như tỉ lệ tách cuống thấp (76%) [4], tỉ lệ tổn thương cao và năng suất thấp. Bên cạnh đó, kỹ thuật kẹp và tách cuống ớt đã được xác định bởi [5]. Kết quả, đã xác định được kỹ thuật tách cuống ớt với phương án tách bằng cơ cấu đai kết hợp con lăn và phương án kẹp trái ớt bằng con lăn với vật liệu cao su mềm là phù hợp nhất.

Do đó, nghiên cứu thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm máy tách cuống ớt bán tự động trên cơ sở nguyên lý đề xuất bởi [5] nhằm mục đích hạn chế sử dụng lao động thủ công, nâng cao hiệu quả kinh tế, giảm giá thành sản phẩm, tăng chất lượng sản phẩm là nhu cầu cấp thiết hiện nay.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Ớt tươi, thu hoạch trong vòng 24 giờ, giống ớt chỉ thiên hoặc giống ớt chành phong được trồng rộng rãi và rất phổ biến ở Đồng Bằng Sông Cửa Long và Tây Ninh.

Yêu cầu của máy tách cuống ớt bán tự động phải đáp ứng nhu cầu sử dụng trong các dây chuyền sản xuất và chế biến: tương ớt, ớt bột, muối ớt, bảo quản ớt khô,... tỉ lệ tách cuống trên 80%, tỉ lệ tổn thương nhỏ hơn 10%, năng suất gấp 2÷3 lần năng suất công nhân tách thủ công.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp tính toán thiết kế: áp dụng lý thuyết tính toán băng tải để xây dựng và xác định các chỉ số động học của băng tải. Áp dụng lý thuyết tính toán thiết kế truyền động đai – con lăn để xây dựng và xác định các chỉ số động lực học của cơ cấu tách cuống ớt và kẹp trái ớt [6].

Tính toán thiết kế các chi tiết máy, con lăn kẹp, cơ cấu kẹp, truyền động của máy được tính toán theo lý thuyết tính toán chi tiết máy ([7], [8],[9])

Phương pháp chế tạo: máy được chế tạo đơn chiếc theo các chi tiết của bản vẽ thiết kế. Phân loại các chi tiết cấu thành máy để tiến hành sản xuất đơn chiếc, các chi tiết theo

tiêu chuẩn được chọn mua trên thị trường phục vụ quá trình thực nghiệm.

Các tham số thống kê như giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, khoảng tin cậy được sử dụng để xử lý các kết quả thực nghiệm. Kiểm tra sự khác biệt của các số liệu thí nghiệm về mặt thống kê bằng phương pháp LSD (Least Significant Difference – Giới hạn sai khác nhỏ nhất) [10].

Phương pháp đo đạc: sử dụng phương pháp đo và cách đọc trị số đo theo đúng tài liệu của từng loại thiết bị trong tài liệu hướng dẫn của nhà sản xuất.

Đo trực tiếp: các thiết bị đo đạt trực tiếp sử dụng trong quá trình thực nghiệm như đồng hồ đo số vòng quay DT-2235-Contact type Digital tachometer của hãng Lutron (Đài Loan), dây đo 2,5 ~ 99,9 vg/ph, sai số $\pm 0,1$. Điều chỉnh tốc độ quay của các trục công tác bằng biến tần ABB ACS150 công suất 200W, 1 pha, điện thế 220V. Ngoài ra còn có các thiết bị đo khác như cân, đồng hồ bấm giây, thước kẹp... để đo trực tiếp các thông số như số vòng quay trục công tác, góc nghiêng băng tải nạp liệu, góc nghiêng máng hướng liệu.

Trong thực nghiệm, tiêu thụ điện năng riêng của quá trình tách cuống ớt (kWh/kg) được xác định trên cơ sở đo lượng điện tiêu thụ của quá trình tách cuống ớt (kWh) bằng công tơ điện và chia cho khối lượng sản phẩm gia công (kg).

Đo gián tiếp:

❖ Tỉ lệ ớt tách cuống:

$$f = \frac{a+c}{n} \cdot 100, (\%) \quad (1)$$

Trong đó:

n: số lượng trái ớt của 1 lần thí nghiệm, (trái).

a: Số lượng trái ớt tách được không bị tổn thương, (trái).

c: Số lượng trái ớt tách được bị tổn thương, (trái).

❖ Tỉ lệ ớt bị tổn thương:

Ớt bị tổn thương là ớt bị gãy hoặc bị xước trên thân trái sau khi trái ớt được tách cuống.

$$F = \frac{c}{a+c} \cdot 100, (\%) \quad (2)$$

Năng suất thiết bị tách cuống ớt:

$$Q = 3,6 \frac{m}{t}, (\text{kg/h}) \quad (3)$$

Trong đó:

m: khối lượng ớt đưa vào tách cuống, (g).

t: thời gian máy tách được m (g) ớt, (s).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tính toán thiết kế

* Các số liệu thiết kế ban đầu:

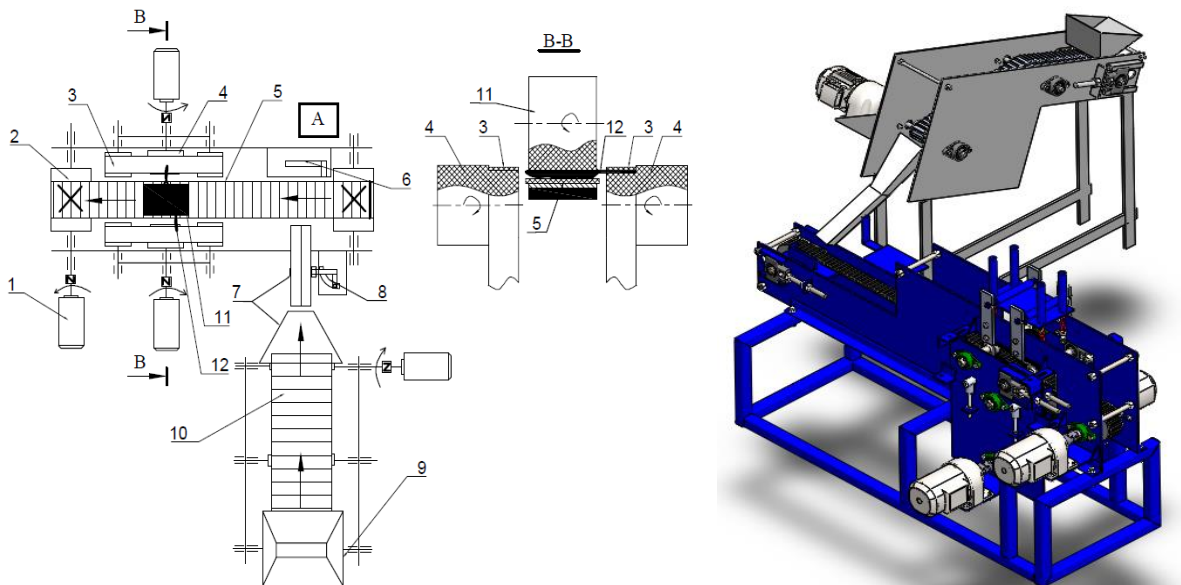
- Năng suất thiết kế máy tách cuống ớt bán tự động: $N_s = 10 \div 15 \text{kg/h}$
- Khối lượng của trái ớt: $m = 1,3 \div 3,03 \text{g}$
- Chiều dài thân trái ớt: $l = 40,2 \div 69,1 \text{mm}$
- Đường kính của trái ớt: $d = 8,80 \div 11,60 \text{mm}$

- Hệ số ma sát của ớt và cao su: $\eta = 1,028$
- Lực kẹp chặt ớt: $F_k = 15 \div 20 \text{N}$
- Lực tách cuống của ớt: $F_{ta} = 3,24 \div 3,34 \text{N}$
- Ẩm độ của ớt: cao hơn 62%
- Nguồn cấp liệu cho máy hoạt động liên tục và có người xếp ớt khi ớt di chuyển từ băng tải nạp đến băng tải định hướng đưa ớt đến cơ cấu kẹp trái ớt và tách cuống ớt.

Các thông số có thể điều chỉnh của máy bao gồm: góc nghiêng băng tải nạp liệu φ , góc nghiêng máng hướng liệu α , góc hợp bởi máng hướng liệu với phương di chuyển của băng tải định hướng ớt β , khoảng cách giữa máng hướng liệu với mép ngoài băng tải hướng cuống a, độ cao giữa máng định hướng với băng tải định hướng cuống h, số vòng quay của con lăn băng tải định hướng cuống n, số vòng quay của con lăn tách n_t .

* Kết quả xác định nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy [5].

Nguyên lý cấu tạo của máy tách cuống ớt bán tự động trình bày trên hình 1.



Hình 1. Nguyên lý cấu tạo máy tách cuống ớt bán tự động

1-Động cơ; 2-Con lăn chủ động; 3-Con lăn trung gian, 4-Cơ cấu tách cuống ớt, 5- Băng tải định hướng cuống; 6-Gờ chặn cuống; 7-Máng hướng cuống ớt; 8-Cơ cấu điều chỉnh góc nghiêng máng hướng cuống ớt; 9-Phễu nạp liệu; 10-Băng tải có gờ nạp liệu; 11-Cơ cấu kẹp ớt; 12-Cuống ớt. A-Vị trí người ngồi điều chỉnh vị trí trái ớt trên băng tải định hướng cuống.

Nguyên lý làm việc của máy:

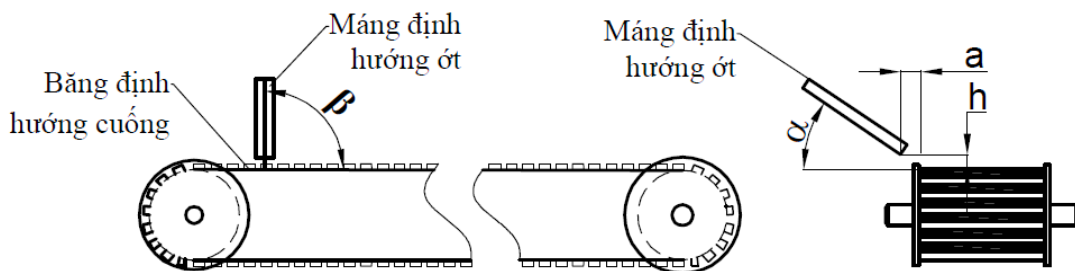
Khi máy hoạt động ớt được đổ vào phễu cấp liệu (9), băng tải nạp liệu (10) cùng với cơ cấu tách (4) được khởi động cùng lúc. Ớt được băng tải cấp liệu (8) đưa đến máng hướng cuống ớt (7). Sau đó trái ớt rơi vào các khe của băng tải định hướng cuống ớt (5) nhờ gờ chặn cuống (6). Ớt được người (A) điều chỉnh sao cho dải ớt ở vị trí mép ngoài băng tải định hướng cuống (5), băng tải định hướng cuống ớt (5) đưa ớt tới cơ cấu kẹp (11) và cơ cấu tách (4). Tại đây trái ớt được kẹp chặt bằng cơ cấu kẹp (11) đồng thời cuống ớt (12) được cơ cấu tách (4) kẹp vào dây đai kết hợp con lăn cao su, ớt được tách cuống và cuống ớt rơi xuống phía dưới, thân ớt tiếp tục được băng tải dẫn ra máng thoát liệu.

*** Kết quả tính toán thiết kế:**

Băng tải nạp liệu được thiết kế bằng băng tải cao su có chiều rộng 110mm, có gờ biên dạng hình thang, với khoảng cách các

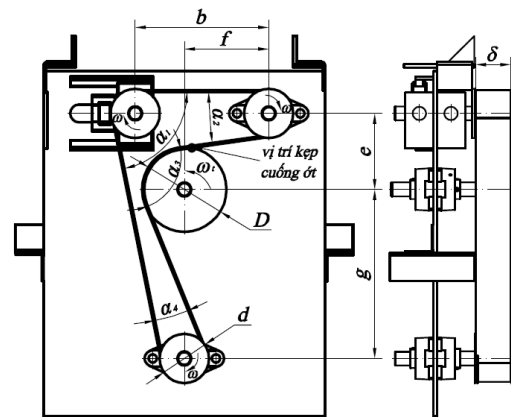
gờ 12mm, chiều cao gờ 12mm phù hợp cho trái ớt nằm giữa các khe của gờ để thuận lợi trong quá trình định lượng năng suất ớt, góc nghiêng băng tải nạp liệu có thể điều chỉnh được $\varphi > 30^\circ$. Căn cứ vào năng suất thiết kế và lý thuyết tính toán băng tải, nghiên cứu đã xác định được kết quả tính toán các thông số thiết kế máy có chiều dài băng tải $l = 1.500$ mm, sử dụng 1 con lăn chủ động và 2 con lăn đỡ bị động để thay đổi hướng chuyển động của băng tải nạp liệu; vận tốc cần thiết của băng tải nạp liệu là 0,1m/s và có thể điều chỉnh được thông qua biến tần.

Máng hướng cuống ớt (7), được chế tạo bằng vật liệu Inox 304. Với kết cấu biên tay quay nên dễ dàng điều chỉnh góc nghiêng máng hướng liệu α , góc hợp bởi máng hướng liệu với phương đi chuyển của băng tải định hướng ớt β , khoảng cách giữa máng hướng liệu với mép ngoài băng tải hướng cuống a, và độ cao giữa máng định hướng với băng tải định hướng cuống h, trình bày trên hình 2.



Hình 2. Các thông số ảnh hưởng đến quá trình làm việc của máng định hướng trái ớt.

Băng tải định hướng cuống ớt được thiết kế bằng băng tải cao su có chiều rộng 50mm, có gờ biên dạng hình thang, với khoảng cách các gờ 12mm, chiều cao gờ 6mm phù hợp cho trái ớt nằm giữa các khe của gờ để thuận lợi trong quá trình kẹp trái ớt và tách cuống ớt. Căn cứ vào năng suất thiết kế, năng suất băng tải nạp liệu và lý thuyết tính toán băng tải, nghiên cứu đã xác định được kết quả tính toán các thông số thiết kế máy có chiều dài băng tải $l = 3.000$ mm, sử dụng 1 con lăn chủ động và 1 con lăn bị động; vận tốc cần thiết của băng tải nạp liệu là 0,1 m/s và có thể điều chỉnh được thông qua biến tần.

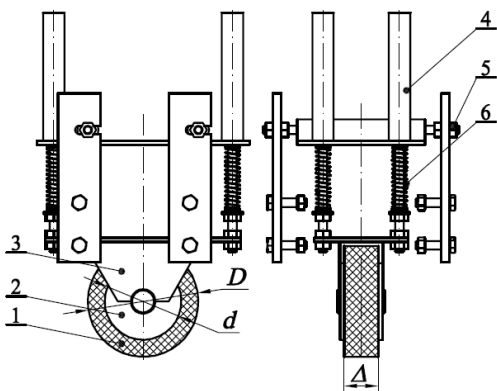


Hình 3. Nguyên lý làm việc của cơ cấu tách cuống trái ớt.

Cơ cấu tách cuống ớt theo nguyên lý truyền động đai – con lăn, sử dụng lực kẹp (ma sát) tại điểm tiếp xúc giữa đai – con lăn để kẹp cuống ớt và tách cuống ớt ra khỏi thân trái ớt nhờ quá trình chuyển động tròn đều của con lăn cao su, trình bày trên hình 3. Nghiên cứu đã xác định được kết quả tính toán các thông số của cơ cấu tách:

$D = 117 \text{ mm}$; $d = 60 \text{ mm}$; $\delta = 20 \text{ mm}$;
 $b = 190 \text{ mm}$; $g = 240 \text{ mm}$; $e = 110 \text{ mm}$;
 $f = 120 \text{ mm}$; $\alpha_1 = 80^\circ$; $\alpha_2 = 10^\circ$; $\alpha_3 = 75^\circ$;
 $\alpha_4 = 12^\circ$; chiều dài cần thiết của đai 1.225 mm, vận tốc tách cần thiết $v_t = 0,15 \text{ m/s}$ và có thể điều chỉnh được thông qua biến tần.

Cơ cấu kẹp trái ớt trình bày trên hình 4, được tính toán thiết kế căn cứ vào lực ma sát giữa lớp cao su mềm và vật liệu làm băng tải định hướng cuống, căn cứ vào lực kẹp trái ớt sao cho trái ớt không bị dập trong quá trình tách cuống, kết quả tính toán các thông số của cơ cấu kẹp: đường kính con lăn kẹp $d = 100 \text{ mm}$, đường kính lớp cao su mềm bao ngoài $D = 136 \text{ mm}$, 4 piston định hướng lò xo nén có kích thước đường kính x chiều dài = $10 \times 200 \text{ mm}$, 4 lò xo nén có độ cứng $k = 11 \text{ N/mm}$; chiều rộng lớp cao su mềm $\Delta = 40 \text{ mm}$.



Hình 4. Cơ cấu kẹp trái ớt

- 1-Lớp cao su mềm; 2-Con lăn kẹp trái ớt ;
 3-Tám đỡ; 4-Piston định hướng lò xo nén;
 5-Cơ cấu điều chỉnh vị trí con lăn kẹp;
 6-Lò xo nén.

Nguồn động lực của các cơ cấu chấp hành được thiết kế là động cơ điện 3 pha, 220V, có công suất 200W, số vòng quay của động cơ lần lượt là 80 vg/ph, 300vg/ph, được

điều khiển bằng biến tần thay đổi tần số từ $0 \div 50 \text{ Hz}$.

Khung máy được thiết kế bằng thép hộp hàn cố định với nhau nhằm đảm bảo độ cứng vững. Do nghiên cứu ở dạng mô hình nên việc cấp và thu hồi sản phẩm được thực hiện bằng tay.

Bộ điều khiển các thông số của thiết bị được lựa chọn phù hợp với công suất thiết kế của thiết bị, dễ dàng điều chỉnh và kiểm tra các thông số thay đổi của quá trình nghiên cứu.

3.2. Kết quả chế tạo



Hình 5. Máy tách cuống ớt bán tự động đã được chế tạo và lắp ráp hoàn chỉnh.

Từ các kết quả tính toán và bộ bản vẽ lắp, bản vẽ chi tiết máy thiết kế, máy tách cuống ớt bán tự động đã được chế tạo và lắp ráp hoàn chỉnh như hình 5.

3.3. Kết quả khảo nghiệm

3.3.1. Khảo nghiệm đánh giá hiệu quả làm việc của cơ cấu kẹp trái ớt và cơ cấu tách cuống ớt

Căn cứ vào khảo nghiệm đánh giá sơ bộ khả năng điều chỉnh trái ớt thủ công trên băng tải định hướng cuống. Nghiên cứu đã xác định được khoảng vận tốc chuyển động của băng tải định hướng cuống trong khoảng $0,13 \div 0,18 \text{ m/s}$ là phù hợp để người điều chỉnh trái không bị hoa mắt khi thao tác (băng tải định hướng cuống chuyển động phù hợp) và đảm bảo năng suất thiết kế. Kết quả trình bày trong bảng 1.

Với phương pháp cung cấp ớt bằng tay (thủ công) vào băng tải định hướng cuống ớt,

nghiên cứu thấy rằng cơ cấu tách cuống và cơ cấu kẹp trái ớt làm việc rất ổn định, không thấy có dấu hiệu bất thường trong suốt thời gian khảo nghiệm.

Với vật liệu là cao su mềm trên con lăn kẹp, tạo điều kiện cho trái ớt được kẹp rất chặt vào con lăn kẹp và băng tải định hướng

cuống nhờ hệ số ma sát rất cao giữa ớt với băng tải cao su và giữa ớt với lớp cao mềm trên con lăn kẹp rất cao. Mặc dù, ớt được kẹp chặt trong thời gian tách cuống nhưng trái ớt gần như không bị dập sau khi cuống được tách khỏi trái, đây là yếu tố rất quan trọng trong nguyên lý kẹp và tách cuống ớt này.

Bảng 1. Khảo nghiệm đánh giá hiệu quả làm việc của cơ cấu kẹp trái và cơ cấu tách cuống ớt

$v_{btdh} = 0,13$	v_t	0,13	0,15	0,18	0,21	0,25	>0,28
	f	Không tách được	80	96	100	100	kéo ớt, gãy trái
$v_{btdh} = 0,16$	v_t	0,16	0,18	0,21	0,25	0,28	>0,31
	f	Không tách được	75	93	100	100	kéo ớt, gãy trái
$v_{btdh} = 0,18$	v_t	0,18	0,21	0,25	0,28	0,31	>0,34
	f	Không tách được	73	95	100	100	kéo ớt, gãy trái

Trong đó: v_{btdh} : vận tốc của băng tải định hướng cuống, m/s
 v_t : vận tốc đai - con lăn tách, m/s
 f: hiệu suất tách cuống ớt, %

3.3.2. Xác định mối liên hệ giữa vận tốc đai - con lăn cơ cấu tách với vận tốc của băng tải định hướng cuống ớt.

Từ các tỉ lệ giữa vận tốc tách và vận tốc chuyển động của băng tải định hướng cuống ớt (bảng 1), nghiên cứu đã xác định được mối liên hệ giữa vận tốc cơ cấu tách cuống v_t với vận tốc băng tải định hướng tách cuống ớt v_{bt} chung là $i = \frac{v_t}{v_{btdh}} = 1,66$.

3.3.3. Khảo nghiệm tìm mối liên hệ giữa các thông số của máng hướng liệu và băng tải định hướng cuống.

Khi $v_{btdh} = 0,16$ m/s, góc hợp bởi máng hướng liệu với phương di chuyển của băng tải định hướng ớt $\beta = 90^0$ thì tỉ lệ ớt rơi nằm ngang trên băng tải định hướng cuống cao hơn so với các góc còn lại, đạt tỉ lệ khoảng 85÷95%. Vì vậy nghiên cứu chọn góc $\beta = 90^0$ để khảo nghiệm xác định các thông số liên quan.

Khi $v_{btdh} = 0,16$ m/s, $\beta = 90^0$, độ cao giữa máng định hướng với mép trong băng tải định hướng cuống $h = 15 \div 25$ mm và khoảng

cách giữa máng hướng liệu với mép trong băng tải hướng cuống $a = 10 \div 20$ mm thì tỉ lệ ớt rơi nằm ngang xuống băng tải rất cao (>95%).

Khi $v_{btdh} = 0,16$ m/s, $\beta = 90^0$, $h = 20$ mm, $a = 10$ mm, khi góc nghiêng giữa máng hướng liệu với băng tải định hướng cuống $\alpha > 25^0$ thì ớt mới bắt đầu trượt xuống máng, và với $\alpha = 30 \div 40^0$ thì tỉ lệ ớt rơi nằm ngang xuống băng tải rất cao, nhưng khi $\alpha > 40^0$ ớt có hiện tượng đầu chúi xuống và rơi ra không nằm trên băng tải.

3.3.4. Khảo nghiệm tìm chế độ làm việc của băng tải nạp liệu

Qua số liệu khảo nghiệm ở bảng 2, khi vận tốc chuyển động của băng tải nạp liệu $v_{nl} = 0,08 \div 0,13$ m/s ở góc nghiêng $\varphi = 40^0$ thì năng suất của băng tải nạp liệu đáp ứng được năng suất Q ban đầu 10÷15 kg và ớt được sắp xếp trải đều trong các gờ của băng tải, yếu tố này rất quan trọng trong quá trình vận hành máy vì giúp cho người điều chỉnh trái ớt làm việc liên tục và ớt không bị tổn động trên băng tải định hướng cuống ớt. Với vận tốc chuyển động của băng tải nạp liệu

$v_{nl} < v_{btdh}$, thỏa mãn yêu cầu vận tốc chuyển động của băng tải định hướng cuống, giúp cho người điều chỉnh trái ớt không bị hoa mắt trong quá trình vận hành máy.

Bảng 2. Kết quả khảo nghiệm đánh giá năng suất làm việc của băng tải nạp liệu ở góc nghiêng $\varphi = 40^\circ$ ứng với sự thay đổi vận tốc chuyển động của băng tải.




v_{nl} , m/s	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
Q, kg/h	7,73	8,43	9,55	10,95	11,68	12,52	13,30	13,92	14,55

3.3.5. Khảo nghiệm đánh giá tỉ lệ tách cuống f , tỉ lệ tổn thương F , năng suất Q và tiêu thụ điện năng riêng Ar của mô hình máy tách cuống ớt bán tự động.

Qua kết quả khảo nghiệm sơ bộ chọn chế độ làm việc của băng tải nạp liệu $v_{nl} = 0,13\text{m/s}$ ở góc nghiêng $\varphi = 40^\circ$, mối liên hệ giữa các thông số của máng hướng liệu và

băng tải định hướng cuống $v_{btdh} = 0,16\text{ m/s}$, $\beta = 90^\circ$, $h = 20\text{ mm}$, $a = 10\text{ mm}$, $\alpha = 35^\circ$ và vận tốc đai – con lăn cơ cấu tách $v_t = 0,25\text{ m/s}$. Nghiên cứu đã xác định được kết quả tỉ lệ tách cuống f , tỉ lệ tổn thương F , năng suất Q và tiêu thụ điện năng riêng Ar của mô hình máy tách cuống ớt bán tự động được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả khảo nghiệm mô hình máy tách cuống ớt bán tự động

Mẫu	m	n	t	a	c	f	F	Q	Ar	Hình ảnh
	(g)	(trái)	(s)	(trái)	(trái)	(%)	(%)	(kg/h)	Wh/kg	
1	300	131	77	119	8	90,8	6,7	14,03	19,9	
2		139	81	119	7	85,6	5,9	13,33	21,0	
3		132	78	116	8	87,9	6,9	13,85	20,2	
4		137	75	120	6	87,6	5,0	14,40	19,4	
5		139	78	125	9	89,9	7,2	13,85	20,2	
Trung bình			78	120	7,6	88,37	6,34	13,89	20,14	
Độ lệch chuẩn s						2,06	0,89	0,38	0,56	

Để ước lượng độ biến động của tỉ lệ tách cuống f cho quá trình tách cuống ớt về mặt thống kê cũng như tỉ lệ ớt tổn thương F , năng suất Q và tiêu thụ điện năng riêng Ar của mô hình máy tách cuống ớt bán tự động thì độ lệch tiêu chuẩn thực nghiệm được xác định bằng công thức:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2}{n-1}} \quad (\%) \quad (4)$$

Trong đó:

X_i : biến số lần thứ i .

\bar{X}_i : biến số trung bình của các lần tách cuống ớt.

n : số mẫu (số lần tách cuống ớt), $n = 5$.

Nghiên cứu xác định được:

– Độ lệch chuẩn về tỉ lệ tách cuống ớt:
 $s_f = 2,06\%$

- Độ lệch chuẩn về tỉ lệ ớt tổn thương:
 $s_F = 0,89$ (%)
- Độ lệch chuẩn về năng suất tách cuống ớt:
 $s_Q = 0,38$ kg/h
- Độ lệch chuẩn về tiêu thụ điện năng riêng:
 $s_{Ar} = 0,56$ Wh/h

Để biểu diễn độ ổn định của các kết quả thí nghiệm, khoảng tin cậy (vùng phân bố) của các chỉ tiêu cho quá trình tách cuống ớt được xác định bằng công thức:

$$\bar{X}_i - t_{\alpha, v} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X}_i + t_{\alpha, v} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Trong đó:

α : mức ý nghĩa, $\alpha = 0,05$.

$t_{\alpha, v}$: chuẩn số theo tiêu chuẩn Student tra theo số bậc tự do $(n-1)$ và mức ý nghĩa α . $t_{0,05,4} = 2,776$

μ : số trung bình của chỉ tiêu nằm trong khoảng.

Nghiên cứu xác định được:

- Tỉ lệ tách cuống ớt f :

$$88,37 - 2,776 \cdot \frac{2,06}{\sqrt{5}} \leq f \leq 88,37 + 2,776 \cdot \frac{2,06}{\sqrt{5}}$$

$$85,81\% \leq f \leq 90,93\%$$

- Tỉ lệ ớt tổn thương F :

$$6,34 - 2,776 \cdot \frac{0,89}{\sqrt{5}} \leq F \leq 6,34 + 2,776 \cdot \frac{0,89}{\sqrt{5}}$$

$$5,23\% \leq F \leq 7,45\%$$

- Năng suất tách cuống ớt Q :

$$13,89 - 2,776 \cdot \frac{0,38}{\sqrt{5}} \leq Q \leq 13,89 + 2,776 \cdot \frac{0,38}{\sqrt{5}}$$

$$13,41 \text{ kg/h} \leq Q \leq 14,37 \text{ kg/h}$$

- Tiêu thụ điện năng riêng:

$$20,14 - 2,776 \cdot \frac{0,56}{\sqrt{5}} \leq Ar \leq 20,14 + 2,776 \cdot \frac{0,56}{\sqrt{5}}$$

$$19,44 \text{ Wh/kg} \leq Ar \leq 20,84 \text{ Wh/kg}$$

Với kết quả như trên thì tỉ lệ tách cuống f , tỉ lệ tổn thương F , năng suất Q và tiêu thụ điện năng riêng Ar cho quá trình tách cuống ớt bán tự động được tính từ giá trị trung bình của các lần thí nghiệm lần lượt là 88,37%; 6,34%; 13,89 kg/h và 20,14 Wh/kg. Ba chỉ tiêu quan trọng của máy tách cuống ớt bán tự động đáp ứng được yêu cầu thực tế ban đầu đặt ra. Tỉ lệ tách cuống f , tỉ lệ tổn thương F phụ thuộc rất lớn vào kinh nghiệm của người công nhân, vì khi người công nhân thao tác nhanh và có kinh nghiệm xếp trái ớt trên băng tải định hướng cuống ớt thì năng suất máy tách cuống sẽ tăng, tỉ lệ tách cuống tăng và tỉ lệ tổn thương sẽ giảm đáng kể.

Như vậy, với máy tách cuống ớt bán tự động đã giải quyết được năng suất, tỉ lệ tách cuống, tỉ lệ tổn thương đặt ra ban đầu.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở kế thừa kỹ thuật tách cuống ớt [5], phân tích các ưu nhược điểm của công nghệ, thiết bị trong và ngoài nước, nghiên cứu đã thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm máy tách cuống ớt bán tự động và được thực nghiệm trên giống ớt chỉ thiên thu hoạch trong 24 giờ, bước đầu cho thấy kết quả tính toán thiết kế, nghiên cứu xác định các thông số làm việc của máy, máy hoạt động ổn định, đạt yêu cầu và đáp ứng được tỉ lệ tách cuống ớt, tỉ lệ ớt tổn thương và năng suất từ yêu cầu thực tế đặt ra.

Kết quả khảo nghiệm sơ bộ đã cho thấy các kết quả phù hợp với tính toán. Các số liệu thực nghiệm được xử lý thống kê đã xác định được chế độ làm việc của máy tách cuống ớt bán tự động: vận tốc băng tải định hướng cuống $v_{btdh} = 0,13 \div 0,18$ m/s, tỉ số giữa vận tốc cơ cấu tách cuống v_t với vận tốc băng tải định hướng tách cuống ớt $i = 1,66$; tỉ lệ tách cuống f , tỉ lệ ớt tổn thương F , năng suất Q và tiêu thụ điện năng riêng Ar cho quá trình tách cuống ớt bán tự động lần lượt là 88,37%; 6,34%; 13,89 kg/h và 20,14 Wh/kg. Tuy nhiên, để đạt được tỉ lệ tách cuống ớt tối ưu máy cần phải nghiên cứu quy hoạch thực nghiệm để xác định đầy đủ sự ảnh hưởng của tất cả các thông số đầu vào của quá trình tách cuống ớt và cần nghiên cứu cơ cấu điều

chính hướng công ớt tự động nhằm thay thế người ngồi điều chỉnh vị trí trái ớt trên băng tải định hướng công để máy tách công ớt được tự động hóa hoàn toàn trong sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Young-Joon Surh, Eunyong Lee, Jong Min Lee, 1998. *Chemoprotective properties of some pungent ingredients present in red pepper and ginger*. *Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 402 : 259-267
- [2] Yang ZH, Wang XH, Wang HP, 2010. *Capsaicin mediates cell death in bladder cancer T24 cells through reactive oxygen species production and mitochondrial depolarization*. *Urology*. 75(3):735-741
- [3] Ibrahim Doymaz, Mehmet Pala, 2002. *Hot-air drying characteristics of red pepper*. *Journal of Food Engineering* 55: 331-335
- [4] Trần Nguyễn Sỹ Trung, 2015. *Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy tách công ớt và hạt ớt*. Luận văn Thạc sĩ trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành Phố Hồ Chí Minh.
- [5] Nguyễn Thanh Phong, Lê Anh Đức, Bùi Ngọc Hùng, Nguyễn Huy Bích, 2017. *Nghiên cứu xác định kỹ thuật tách công ớt*. Tạp chí Công nghiệp nông thôn số 27 năm 2017.
- [6] Nguyễn Hồng Ân, Nguyễn Danh Sơn, 2004. *Máy vận chuyển liên tục*. Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- [7] Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lãm, 2004. *Thiết kế chi tiết máy*. Nhà xuất bản Giáo dục
- [8] Trịnh Chất, Lê Văn Uyên, 2006. *Tính toán, thiết kế hệ dẫn động cơ khí, tập I và II*. Nhà xuất bản Giáo dục.
- [9] Nguyễn Hữu Lộc, 2010. *Cơ sở thiết kế máy*. Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- [10] Bùi Minh Trí, 2005. *Xác suất thống kê và qui hoạch thực nghiệm*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Nguyễn Thanh Phong
Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh
Email: ntpdong@hcmuaf.edu.vn