

NGHIÊN CỨU CÁC THÔNG SỐ CHÍNH CỦA CƠ CẤU CẮT NHỎ QUẢ CHANH DÂY TRONG HỆ THỐNG TÁCH RUỘT CHANH DÂY

STUDY ON MAIN PARAMETERS OF PASSION FRUIT SHREDDING MECHANISM
IN PASSION FRUIT PULP SEPARATION SYSTEM

Lương Văn Tới, Huỳnh Công Lớn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Trong quy trình tách ruột chanh dây, sau khi trái chanh dây được cắt ra thành nhiều phần nhỏ thì ta thu được hỗn hợp bao gồm vỏ và ruột. Việc tiếp theo là cần tách riêng biệt dung dịch ruột chanh ra khỏi các mảnh vỏ, việc này được thực hiện bởi máy sàng. Cụm cắt nhỏ trái chanh dây thành nhiều mảnh nhỏ trước khi đi vào máy sàng tách có nhiều thông số ảnh hưởng đến hiệu quả, chất lượng của việc sàng tách: Khe hở giữa các dao, kích thước dao, tốc độ quay của trục dao, ... Nó quyết định số lượng mảnh vỏ được cắt nhỏ và chất lượng của mảnh vỏ có bị vỡ nát hay không. Từ đó sẽ góp phần tạo nên chất lượng và hiệu quả của cả quá trình tách ruột chanh dây. Trong bài báo này sẽ tập trung nghiên cứu tìm ra các thông số hợp lý của cụm cắt nhỏ quả chanh dây để nhằm đảm bảo hiệu quả của quá trình tách ruột chanh dây ra khỏi vỏ là cao nhất.

Từ khóa: Tách ruột chanh dây; Máy cắt lát; Máy thái lát.

ABSTRACT

In the process of separating the passion fruit pulp, after the passion fruit is cut into many small parts, a mixture of lemon peel and pulp will be obtained. The next step is to separate the lemon pulp from the peels, this is done by the screening machine. The cluster of machines that cut passionfruit into small pieces before entering the screening machine has many parameters affecting the efficiency and quality of the screening machine: Clearance between knives, knife size, rotational speed of the knife shaft, It determines the quantity of pieces of lemon peel and the quality of pieces. From there, it will contribute to the quality and efficiency of the whole process of separating the passion fruit. In this paper, the research will focus on finding out the reasonable parameters of the cluster of cutting passion fruit to ensure the highest efficiency of the process of separating the passion fruit pulp from the peel.

Keywords: Passion fruit pulping machine; Passion fruit slicer; Passion fruit cutter.

1. TỔNG QUAN

Ngày nay, con người sử dụng ngày càng nhiều các sản phẩm từ chanh dây vì nó mang lại nhiều lợi ích cho sức khỏe. Trong đó, ruột chanh dây được sử dụng nhiều nhất. Trước đây, theo phương pháp thủ công, các doanh nghiệp sản xuất các sản phẩm từ chanh dây đã thực hiện việc lấy ruột chanh dây từ quả chanh bằng cách cho công nhân cắt đôi quả chanh ra và dùng muỗng hoặc dụng cụ chuyên dụng để múc ruột ra khỏi vỏ. Phương pháp này đơn giản, chi phí đầu tư ban đầu thấp, hiệu quả lấy sạch phần ruột ra khỏi vỏ là rất cao và gần như tuyệt đối. Tuy nhiên, phương pháp này có năng suất rất thấp, phụ thuộc hoàn toàn vào trình độ tay nghề của công nhân. Hiện nay, các doanh nghiệp sản xuất các sản phẩm chanh dây đa phần sử dụng máy móc thiết bị để thay thế cho lao động thủ công. Việc này mặc dù chi phí đầu tư ban đầu cao nhưng giúp tăng năng suất, hiệu quả và chất lượng ổn định. Trong dây chuyền máy móc thiết bị có cụm cắt nhỏ quả chanh trước khi sàng tách đóng vai trò quan trọng và góp phần trực tiếp quyết định chất lượng và hiệu quả của cả quy trình tách ruột chanh ra khỏi vỏ. Trong bài báo này, một mô hình cụm cắt nhỏ quả chanh được nghiên cứu, tính toán, chế tạo và thực nghiệm để tìm ra các thông số chính phù hợp giúp hiệu quả tách ruột chanh dây trong cả quy trình đạt hiệu quả cao nhất.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG THIẾT BỊ

2.1. Thông số ban đầu

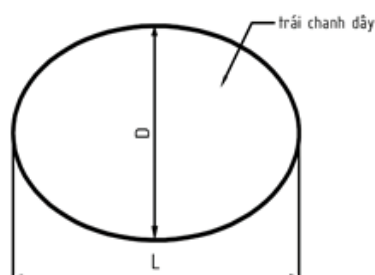
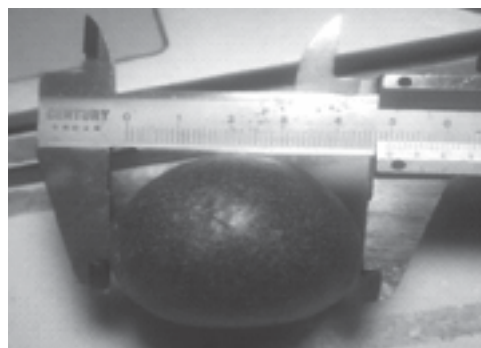
Quả chanh dây được dùng để nghiên cứu là quả chanh dây vỏ tía còn tươi, chưa bị héo, cuống có thể được vật bỏ hoặc còn nguyên cuống. Mẫu của những quả chanh được dùng để nghiên cứu được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Mẫu quả chanh dây được dùng để nghiên cứu

Khảo sát các đặc tính của quả chanh dây:

- Quả chanh dây có hình bầu dục, có chiều dài (L) trung bình từ 61.6mm đến 67.6mm, đường kính trung bình (D) của quả chanh dây từ 49.6mm đến 59mm, số liệu khảo sát được thể hiện trong bảng 1 và hình ảnh khảo sát được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Khảo sát kích thước quả chanh dây

Bảng 1. Kết quả khảo sát kích thước quả chanh dây

STT	L (mm)	D (mm)	STT	L (mm)	D (mm)
1	67.6	59.0	11	64.0	56.0
2	63.0	58.3	12	65.2	55.7
3	63.5	54.2	13	62.7	53.2
4	64.1	56.4	14	63.3	54.9
5	63.8	55.0	15	65.5	56.2
6	61.6	49.6	16	63.6	55.1
7	62.3	50.1	17	63.7	54.7
8	64.5	55.5	18	62.1	51.8
9	62.7	51.3	19	63.1	54.9
10	66.8	57.7	20	62.0	50.3

Khối lượng trung bình quả chanh: 80g/trái.

- Góc ma sát giữa quả chanh dây và kim loại: Dùng thực nghiệm để xác định góc ma sát giữa quả chanh và kim loại, kết quả thực nghiệm được thể hiện trong bảng 2. Góc ma sát trung bình giữa quả chanh dây và kim loại là 28.80.

Bảng 2. Kết quả thực nghiệm góc ma sát giữa quả chanh dây và kim loại

STT	Kết quả (độ)	STT	Kết quả (độ)
1	27.0	6	28.5
2	31.5	7	33.0
3	29.0	8	28.0
4	27.0	9	29.5
5	24.0	10	30.5

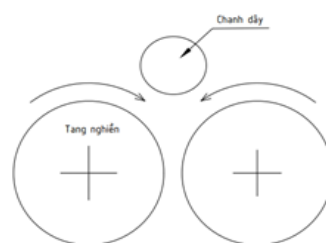
- Số mảnh vỏ tối ưu được cắt ra từ một quả chanh dây để đem lại hiệu quả khi sàng tách: 12 mảnh (được trình bày trong một nghiên cứu khác).

2.2. Cơ sở tính toán, thiết kế

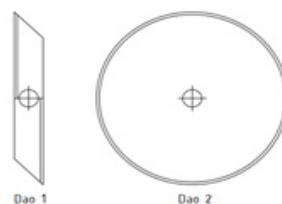
Có hai phương pháp thường dùng để làm quả chanh dây vỡ ra thành nhiều mảnh nhỏ đó là sử dụng tang nghiền và sử dụng dao cắt:

- Tang nghiền: Dùng hai tang quay ngược chiều nhau (hình 3), quả chanh được nghiền ép và vỡ thành nhiều mảnh nhỏ. Phương pháp này có năng suất cao nhưng nhược điểm lớn của phương pháp này là vỏ chanh bị ép và làm cho tinh dầu trong vỏ chanh bay ra và lẫn lộn vào dung dịch ruột chanh dây. Điều này sẽ làm ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm khi người dùng sử dụng nó.

- Dao cắt: Có hai loại dao cắt thường dùng nhất (hình 4) đó là dao dạng thanh và dao dạng đĩa tròn. Dao dạng thanh khó kiểm soát được số lượng mảnh vỏ được cắt ra và gây ra nhiều mảnh vụn nhỏ sau khi cắt. Điều này làm cho chất lượng sản phẩm không đảm bảo. Đối với dao dạng đĩa tròn sẽ cắt liên tục chanh dây làm cho vết cắt đẹp, không sinh ra mảnh vụn. Do đó, dao dạng đĩa tròn được chọn để nghiên cứu.



Hình 3. Phương án sử dụng tang nghiền

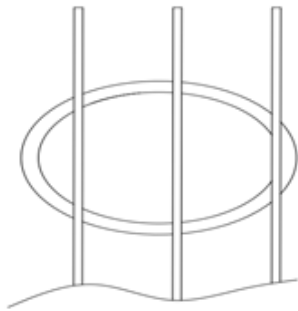


Hình 4. Các loại dao cắt

Để đảm bảo quả chanh được cắt thành nhiều mảnh nhỏ thì cần phải thực hiện cắt thành hai lần, quả chanh được cắt lần 1 tạo ra các khoanh tròn như hình 5. Sau đó, các khoanh tròn được cắt tiếp để tạo ra các mảnh nhỏ được thể hiện ở hình 6.



Hình 5. Chanh được cắt lần 1



Hình 6. Chanh được cắt lần 2

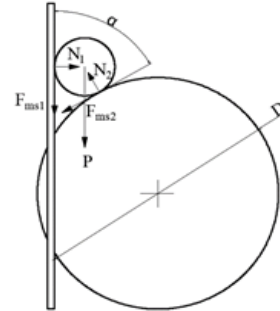
Để đảm bảo quả chanh không bị trượt lên trong quá trình cắt thì các thông số hình học cần phải đảm bảo, đường kính dao (D) là yếu tố quan trọng quyết định vấn đề này. Hình 7 thể hiện các lực tác dụng lên quả chanh khi quá trình cắt xảy ra, bao gồm: trọng lượng quả chanh P, các phản lực N_1 , N_2 , các lực ma sát F_{ms1} , F_{ms2} .

Xét cân bằng của quả chanh, ta có:

$$\vec{P} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_{ms1} + \vec{F}_{ms2} = 0 \quad (1)$$

Để đảm bảo quả chanh luôn đi xuống mà không phụ thuộc vào khối lượng bản thân

quả chanh nên thành phần được bỏ ra khi chiếu phương trình (1) lên hai phương Ox và Oy.

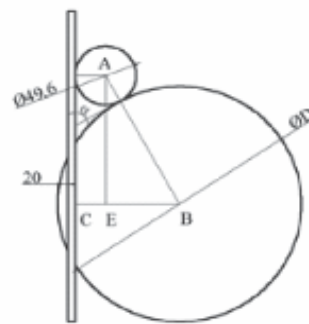


Hình 7. Phân tích lực tác dụng lên quả chanh khi cắt

$$\sum F_{Ox} = 0 \Leftrightarrow N_1 - N_2 \cdot \cos \alpha - F_{ms2} \cdot \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

$$\sum F_{Oy} = 0 \Leftrightarrow N_2 \cdot \sin \alpha - F_{ms2} \cdot \cos \alpha - F_{ms1} = 0 \quad (3)$$

Giải phương trình (2) và (3), ta tìm được điều kiện: $\alpha = 2\varphi$ với góc φ là góc ma sát giữa quả chanh với kim loại ($\varphi = 28.8^\circ$). Khi $\alpha = 2\varphi$ thì quả chanh ở trạng thái cân bằng, do đó cần lấy $\alpha < 2\varphi$. Thêm nữa, khi máy làm việc sẽ sinh ra rung động nên hệ số ma sát sẽ giảm. Trên thực tế, cần lấy 60% của góc α để đảm bảo điều kiện cắt được quả chanh, vậy góc α tối đa là 34° .



Hình 8. Thông số hình học xác định đường kính D của dao đĩa

Dựa vào hình 8, xét tam giác AEB, ta có

$$\sin \hat{EAB} = \frac{EB}{AB}$$



Từ đây tìm được đường kính dao, D (mm):

$$D = \frac{49.6 \cos \alpha + 89.6}{1 - \cos \alpha} \quad (4)$$

Dựa vào phương trình (4), ta thấy rằng α càng nhỏ thì D càng lớn, với $\alpha_{\max} = 34^\circ$ thì $D_{\min} = 769\text{mm}$, kích thước này là tương đối lớn. Do đó, để tiết kiệm không gian kích thước của máy, nên dùng cơ cấu đẩy để quả chanh đi xuống thay vì sử dụng điều kiện tự đi xuống của quả chanh.

2.3. Mô hình chế tạo

Mô hình cụm cắt chanh dây được thiết kế, chế tạo và lắp ráp như hình 9.



Hình 9. Mô hình cụm cắt quả chanh dây

3. THỰC NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

Việc tính toán đường kính dao (D) và bố trí khoảng cách của các dao đã đảm bảo

được số lượng mảnh vỏ được cắt ra theo đúng yêu cầu ban đầu. Một yếu tố quan trọng khác cần được đảm bảo đó là chất lượng vết cắt phải nhẵn mịn, nếu vết cắt tạo ra những vết sần sùi thì khi sàng tách sẽ bị vỡ vụn ra và lẫn lộn vào dịch ruột chanh dây, thành phẩm không đạt yêu cầu.

Yếu tố chính ảnh hưởng đến chất lượng vết cắt là tốc độ quay của dao (n , vòng/phút). Trong phần thực nghiệm, tốc độ quay của dao sẽ được điều chỉnh bằng tốc độ của động cơ bằng cách thay đổi tần số dòng điện của biến tần. Kết quả thực nghiệm được trình bày trong bảng 3.

Gọi $H\%$ là phần trăm đạt được của vết cắt do dao cắt tạo ra so với chất lượng vết cắt mẫu (vết cắt mẫu được thực hiện bằng tay – điều kiện lý tưởng).

Bảng 3. Kết quả thực nghiệm

STT	Tốc độ của trục dao (n , vòng/phút)	Chất lượng vết cắt ($H\%$)
1	180	89
2	200	92
3	220	94
4	240	98
5	260	95
6	280	90
7	300	87

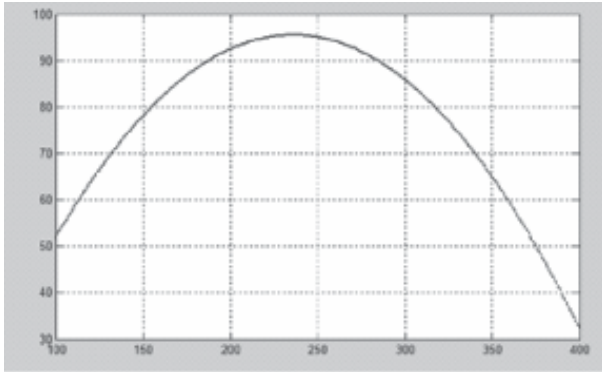
Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm bình phương tối thiểu có phương trình hồi quy là hàm bậc 2 có dạng: $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, với y là chất lượng vết cắt ($H\%$) và x là tốc độ trục dao (vòng/phút).

Giải ra tìm được các giá trị:

$$b_0 = -35.6; b_1 = 1.11 \text{ và } b_2 = -0.00235.$$

Vậy, phương trình hồi quy là:
 $y = -35.6 + 1.11x - 0.00235x^2$.

Đồ thị của hàm mục tiêu được thể hiện ở hình 10.



Hình 10. Đồ thị hàm mục tiêu

4. KẾT LUẬN

Thông qua bài nghiên cứu, chúng ta tìm hiểu về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của cụm cắt nhỏ quả chanh dây, đồng thời phân tích phương án lựa chọn dạng dao cắt, tìm ra được đường kính tối ưu của dao cắt để đảm bảo

quả chanh dây luôn được kéo vào buồng cắt mà không trượt ngược lên trên. Thông qua thực nghiệm, thông số tối ưu của tốc độ trục dao cắt cũng được tìm ra nhằm đảm bảo cho các vết cắt trên những mảnh nhỏ đảm bảo nhẵn mịn không bị vỡ vụn khi thực hiện quá trình sàng tách, đảm bảo chất lượng sản phẩm theo yêu cầu của người dùng. ❖

Ngày nhận bài: **25/7/2023**

Ngày phản biện: **08/8/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Lê Ngọc Nam; *Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy cắt và tách vỏ chanh dây*, Luận văn tốt nghiệp, Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh.
- [2]. Trần Văn Hào, Mạc Cẩm Lộc; *Nghiên cứu và thiết kế máy mức ruột chanh dây*, Luận văn tốt nghiệp, Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh.
- [3]. Nguyễn Hồng Ngân; *Máy sản xuất vật liệu và cấu kiện xây dựng*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [4]. Nguyễn Hữu Lộc; *Giáo trình quy hoạch và phân tích thực nghiệm*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.