Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ – Engineering and Technology 2024, ():1-8

Open Access Full Text Article

ONLINE FIRST

Bài nghiên cứu

Ứng dụng nội suy cung tròn vào gia công biên dạng nông sản vỏ cứng (dạng hạt Mắc – ca)

T. H. Nam[1,2,*], H. T. Hưng[1,2]

Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Khi chế biến nông sản vỏ cứng ở dạng hạt có giá trị dinh dưỡng cao tương tự hạt mắc ca, việc phá vỡ lớp vỏ cứng mà không ảnh hưởng đến chất lượng nhân là một bài toán khó giải quyết. Một số phương pháp chế biến có năng suất cao như đập hoặc nghiền đã được sử dụng để phá vỡ lớp vỏ cứng. Đây là những phương pháp chế biến phổ biến hiện nay. Tuy nhiên, những phương pháp này gây ra tỷ lệ hạt vỡ vụn cao, dẫn đến giảm giá trị sản phẩm và tăng chi phí sàng lọc. Nghiên cứu này đề xuất sử dụng nguyên lý gia công dạng cưa đĩa để cắt vỏ cứng. Hạt Macadamia có độ cứng vỏ cao nhất trong nhóm. Dựa trên hình dạng của vỏ cứng, nghiên cứu này cũng đề xuất số hóa quá trình cắt thông qua ứng dụng bộ điều khiển số công nghiệp tiêu chuẩn (Computer Numerical Control - CNC) với bộ nội suy cung tròn G02/G03. Trong trường hợp đề xuất, các tham số của bộ nội suy cung tròn sẽ mang ý nghĩa khác với các thông số này trên máy CNC truyền thống. Mối quan hệ giữa các thông số của bộ nội suy cung tròn với các thông số hình học quan trọng của vỏ cứng và đường kính dụng cụ cắt cũng được phân tích chi tiết. Kết quả cho thấy các mối quan hệ này phụ thuộc vào đường kính dụng cụ cắt, đường kính vỏ cứng, cung cần cắt trên thân vỏ và độ sâu cắt (độ dày vỏ cứng). Ngoài ra, việc số hóa quá trình cắt thì khả thi cho quá trình tự động hóa và giám sát trong tương lai.

Từ khoá: Hạt mắc ca, làm vỡ hạt mắc ca, máy làm vỡ hạt mắc ca

[1]Khoa Cơ khí, Đại Bách Khoa Thành Phố Hồ Chí Minh (HCMUT), 268 Lý Thường Kiệt, Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

[2]Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh (VNU-HCMC), Phường Linh Trung, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Liên hệ

T. H. Nam, Khoa Cơ khí, Đại Bách Khoa Thành Phố Hồ Chí Minh (HCMUT), 268 Lý Thường Kiệt, Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh (VNU-HCMC), Phường Linh Trung, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Email: namth@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 08-8-2023
- Ngày chấp nhận: 20-12-2023
- Ngày đăng:

DOI :

Check for updates

Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

VNUHCM PRESS

GIỚI THIỆU

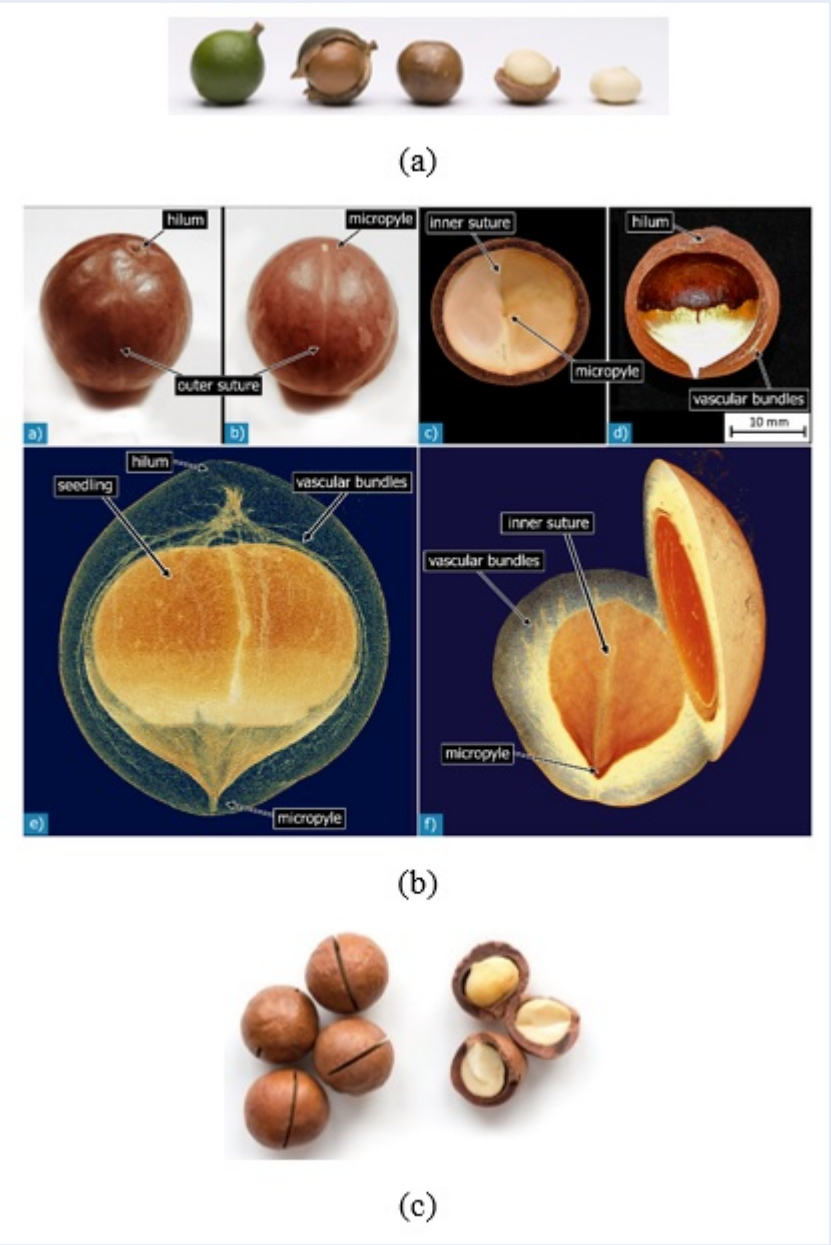
Hạt mắc-ca (macadamia nut) là loại hạt nổi tiếng còn gọi là "hạt sa mạc của Hawaii," có thể được trồng ở nhiều nơi và có giá trị dinh dưỡng cao. Mắc-ca là hạt của cây Macadamias là cây thường xanh có nguồn gốc từ Úc. Theo Hiệp hội Macadamia Úc, dân bản địa gọi macadamia bằng nhiều tên khác nhau: Kindal Kindal, Boomera, Jindill hoặc Baupal. Các nhà sản xuất hạt mắc-ca lớn nhất là Úc và Nam Phi, chiếm khoảng 50% tổng sản lượng, tiếp theo là Kenya, Trung Quốc, Mỹ, Guatemala, Brazil, Malawi, Việt Nam, Colombia, New Zealand và Swaziland. Quá trình chế biến các loại hạt này bao gồm một số bước sau khi thu hoạch: tách vỏ xanh ngay trong vòng 24 giờ, sấy chín ở nhiệt độ 100 – 120 độ C trong khoảng thời gian từ 40- 60 phút, làm vỡ vỏ, rang và ướp muối.

Cấu tạo hạt mắc-ca được mô tả như ở Hình 1(a) và (b), gồm vỏ xanh, vỏ cứng và nhân. Hạt mắc-ca sau khi chế biến và cắt vỏ cứng được thể hiện trong Hình 1(c). Kích thước hạt mắc-ca theo tiêu chuẩn được chia thành 5 loại dựa trên kích thước vỏ cứng như mô tả trong Bảng 1. Trong đó, 3 loại cơ bản có giá trị nhất là loại nhỏ với kích thước từ 16 đến 18 mm, loại vừa từ 18 đến 23 mm, và loại lớn từ 23 đến 28 mm. Đây cũng là kích thước cơ bản dùng để thiết kế các thiết bị làm vỡ vỏ cứng.

Khi chế biến nông sản vỏ cứng tương tự như hạt mắc-ca, sau khi tách vỏ xanh thì việc làm vỡ vỏ cứng mà ít gây ảnh hưởng đến chất lượng của nhân là một vấn đề khó giải quyết. Một số phương pháp cơ học cho năng suất cao đã được ứng dụng để làm vỡ vỏ cứng như đập bằng búa hoặc nghiền[2–6] như được mô tả trong Hình 2(a). Tuy nhiên các phương pháp này lại có tỷ lệ gây thương tổn nhân cao (vỡ vụn). Kết quả là làm giảm giá trị sản phẩm và tốn chi phí sàng lọc, loại bỏ. Các nghiên cứu cho thấy tỷ lệ vỡ nhân chiếm 19.5%, 21.8% và 12.3% tương ứng với loại nhỏ, vừa, và lớn.

Đối với công đoạn làm vỡ vỏ cứng, về mặt thiết bị, K. Kaewphat và các cộng sự[4] đã nghiên cứu loại thiết đựa trên nguyên lý quay góc quy mô nhỏ với cơ cấu đập quay góc như trong Hình 2(b). Thiết bị này có thể làm vỡ vỏ cho 3 cỡ hạt mắc ca có phạm vi đường kính 17-22 mm, 23-28 mm và 29-34 mm mà không cần phân loại kích thước vỏ hạt trước đó. Kết quả cho thấy thiết bị đạt được năng suất như thiết kế. Hiệu quả trung bình trong việc phân tách kích thước trước khi nứt là 83% với năng suất tổng thể là 7,75 kg mỗi giờ. Về quá trình nứt vỏ cho thấy khối lượng hạt mắc-ca nứt vỏ bằng 29,75% trọng lượng cả quả mắc ca. 70,25% còn lại là trọng lượng của vỏ. Hơn nữa, người ta cũng phát hiện ra rằng, về chất lượng của nhân mắc

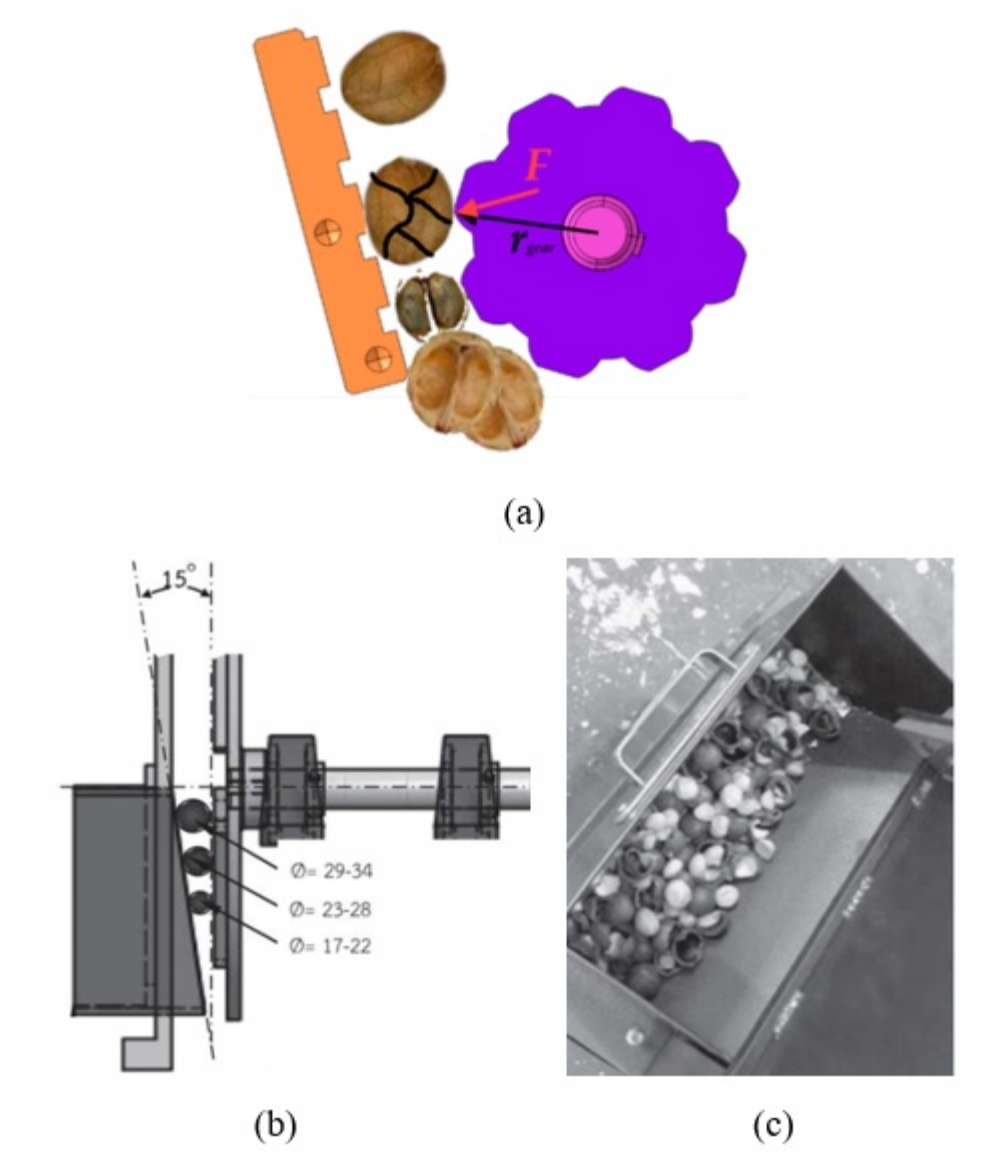
Trích dẫn bài báo này: Nam T H, Hưng H T. **Ứng dụng nội suy cung tròn vào gia công biên dạng nông sản vỏ cứng (dạng hạt Mắc – ca)**. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.* 2024; ():1-8.



Hình 1: (a) Cấu tạo hạt mắc-ca, (b) Cấu tạo chi tiết vỏ hạt mắc-ca [1], và (c) Hạt mắc-ca sau khi chế biến và cắt vỏ cứng.

ca đã nứt vỏ, lượng nguyên hạt là 39%, lượng nửa hạt là 44% và lượng hạt vỡ tương ứng là 17%. Tỷ lệ vỡ nhân này là khá cao. Lý giải cho lượng hạt bị vỡ cao khi sử dụng cơ cấu đập quay góc là do góc vào liệu cần thiết khi nghiền khá nhỏ ngoài ra trên bề mặt đĩa nghiền có khía nhám hoặc rãnh nhỏ (để chống trượt liệu) đã cuốn và tạo lực ép liên tục lên hạt mắc-ca khi hạt vào vùng gia công có kích thước đường kính nhỏ hơn bên dưới. Cơ sở xác định lực cần thiết để làm nứt vỏ cứng của các loại hạt khác nhau được nghiên cứu bởi Paul Schuler và các cộng sự [1]. Số liệu tham khảo trong Hình 3 cho thấy mắc-ca là loại nông sản dạng hạt có vỏ cứng tương đối cao nhất trong nhóm.

Theo các nghiên cứu khác nhằm nâng cao chất lượng hạt mắc ca, trong đó tiêu biểu là nghiên cứu [7] của Gilberto C. Braga và các cộng sự, đã cho thấy công đoạn làm vỡ hạt mắc ca là công đoạn quan trọng và tinh tế nhất để đạt được hạt chất lượng cao. Cũng

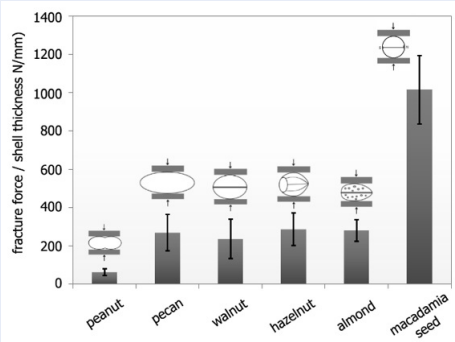


Hình 2: (a) Nguyên lý nghiền làm vỡ vỏ cứng của hạt, (b) Cơ cấu đập quay góc, và (c) sản phẩm khi sử dụng cơ cấu đập quay góc[4].

Bảng 1: Phân loại kích thước vỏ cứng hạt mắc-ca

STT	Loại	Đường kính vỏ cứng	
		mm	inch
1	Quá lớn	> 28	> 1.1
2	Lớn	23 - 28	0.9 – 1.1
3	Vừa	18 - 23	0.7 – 0.9
4	Nhỏ	16 - 18	0.6 – 0.7
5	Quá nhỏ	< 16	< 0.6

theo nghiên cứu này, các loại hạt thường có độ ẩm cao, được sấy khô đến độ ẩm khuyến nghị, trước khi nứt, trong một quá trình kéo dài từ 3 đến 4 tuần với chi phí tiêu thụ năng lượng lớn. Nghiên cứu trên cũng đã xem xét cơ sở về sự vỡ vỏ cần thiết cho việc phát triển các phương pháp hoặc kỹ thuật mới nhằm giảm thời gian sấy và đạt được quy trình chiết xuất nhân hiệu quả hơn. Các yêu cầu về lực, biến dạng riêng và năng lượng cho sự vỡ ban đầu của vỏ hạt mắc ca khi bị nén đã được nghiên cứu thực nghiệm như là một hàm của độ ẩm, kích thước hạt và vị trí tải trọng nén. Một nghiên cứu tương tự cho quá trình gia công làm nứt vỏ hạt cứng khác như vỏ hạt óc chó cũng dựa trên nguyên lý nghiền nhưng sử dụng kết cấu cơ khí là xi lanh có rãnh xoắn ốc đã được đề cập trong nghiên cứu[8] của A. Ghafari và các cộng sự. Quá trình nghiền làm vỡ hạt óc chó ở nghiên cứu này cho tỷ lệ nhân nguyên hạt thu được là 66,66 %. Công suất của máy ước tính khoảng 25,2 kg/giờ.



Hình 3: Lực phá hủy vỏ cứng của các loại hạt theo bề dày vỏ[1].

Khi tiếp cận theo một hướng khác để dễ dàng tách vỏ cứng ra mà ít gây tổn hại cho nhân thì giải pháp cưa bằng cưa đĩa là một giải pháp khả thi. Khi sử dụng phương pháp này thì đường kính gia công của hạt không bị thay đổi nên khả năng làm vỡ hạt sẽ giảm so với phương pháp đập quay góc. Sản phẩm của phương pháp này có thể thấy trong Hình 1(c). Để thuận lợi trong việc điều khiển quỹ đạo cưa theo biên dạng của vỏ có kích thước đường kính vỏ cứng thay đổi theo vụ mùa, nghiên cứu này trình bày giải pháp ứng dụng bộ điều khiển số công nghiệp (CNC) vào thiết bị gia công theo biên dạng vỏ cứng. Đã có một số thiết bị ứng dụng tương tự, tuy nhiên chưa thấy có các báo cáo nào đề cập đến nguyên lý và sự ảnh hưởng của các thông số của sản phẩm đến quá trình chế biến. Do đó, nghiên cứu cũng tiến hành phân tích mối quan hệ giữa các tham số bộ nội suy cung tròn của bộ điều khiển CNC với kích thước hạt nông sản fd, chiều sâu cắt t và đường kính đĩa cắt fD. Từ đó, một chương trình con chuyển đổi thông số sẽ được thiết lập dễ dàng cho phép tích hợp các công nghệ tự động vào thiết bị. Ở đề xuất này, kích thước vỏ cứng cần được phân loại trước theo các nhóm tiêu chuẩn như cho trong Bảng 1.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Để tiến hành thiết kế thiết bị theo nguyên lý đề xuất thì mô hình phôi liệu được đưa ra như trong Hình 4(a). Trong đó, (1) là phôi liệu hạt vỏ cứng đầu vào được mô hình thành đường tròn tiêu chuẩn có đường kính fd (mm) tra theo Bảng 1, (2) là dụng cụ cưa đĩa có đường kính fD (mm), t (mm) là bề dày lớp vỏ cứng cần cắt, c (mm) là phần vỏ cứng còn lại, và m (mm) là chiều sâu theo phương đường kính của phần vỏ cứng đã bị cắt bỏ. Ba thông số c, t, và m được xác định trong khi khảo sát phôi liệu trước gia công và đo kiểm tra để điều chỉnh chương trình sau gia công. Các thông số này có thể xác định dễ dàng bằng dụng cụ đo thông dụng như thước thẳng và thước kẹp. Sơ đồ gia công vỏ cứng hạt mắc-ca được mô tả trong Hình 4(b). Đĩa cưa mỏng (2) sẽ gia công bao hình liên tục từ vị trí A qua B, C, D,và E. Kết quả rãnh cắt trên vỏ cứng sẽ được hình thành.

Với mô hình của vỏ cứng, việc áp dụng bộ nội suy cung tròn vào quá trình gia công sẽ rất phù hợp và thuận lợi. Sơ đồ xác định quan hệ giữa các thông số hình học của mô hình sản phẩm và bộ nội suy cung tròn đề xuất sẽ được mô tả trong Hình 5.

Khi đưa bộ nội suy cung tròn vào điều khiển quỹ đạo cắt thì một số thông số, điểm tham chiếu vào ra dụng cụ cắt và gốc tọa độ cần được thiết lập. Trong đó, H0(X, Z) là điểm gốc của thiết bị. Điểm P0(X, Z), P3(X, Z) và P4(X, Z) là các điểm tham chiếu vào và ra dụng cụ cắt an toàn. Các tọa độ điểm vào cắt P1(X, Z) và điểm ra P2(X, Z) của bộ nội suy cung tròn được xác định tương ứng với P1(L1, L2) và P2(L3, L2). Các giá trị của L1, L2, L3 và bán kính nội suy R sẽ được xác định xuất phát từ các phương trình từ (1) đến (7).

$$L1 = L01 - 0,5b \tag{1}$$

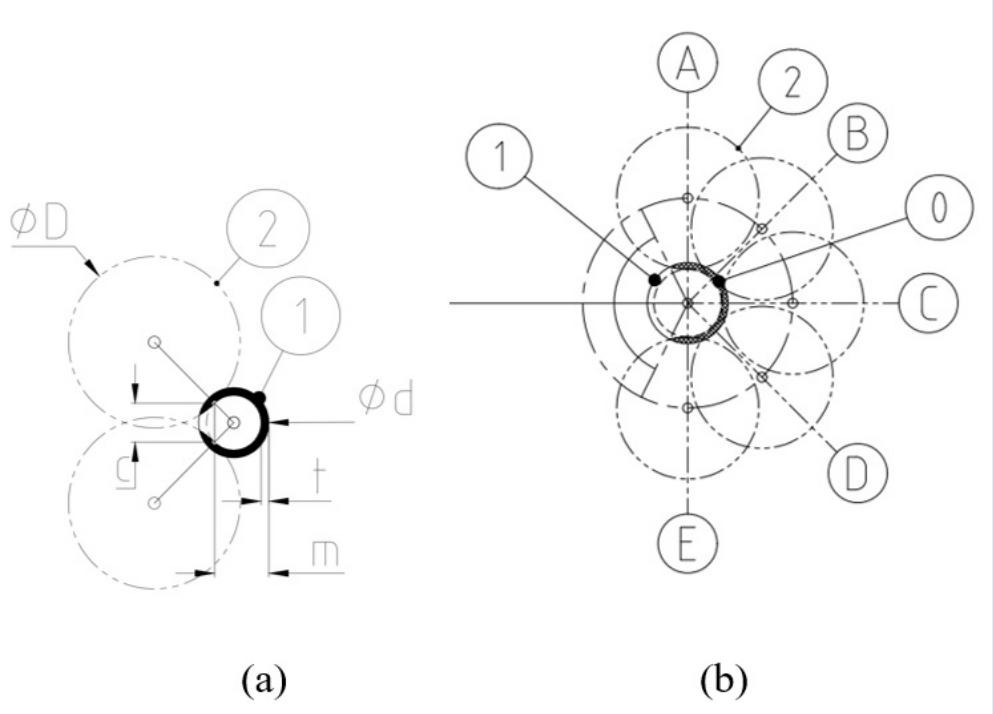
$$L2 = L02 + a \tag{2}$$

$$L3 = L01 + 0.5b \tag{3}$$

$$R = 0.5\,(\varnothing D + \varnothing d) - t \tag{4}$$

$$L1 = L01 - 0.5\left(\frac{\varnothing D}{\varnothing d - 2t} + 1\right)c \tag{5}$$

$$L2 = L02 + \left(\frac{\varnothing D}{\varnothing d - 2t} + 1\right)(m - 0.5\varnothing d) \tag{6}$$

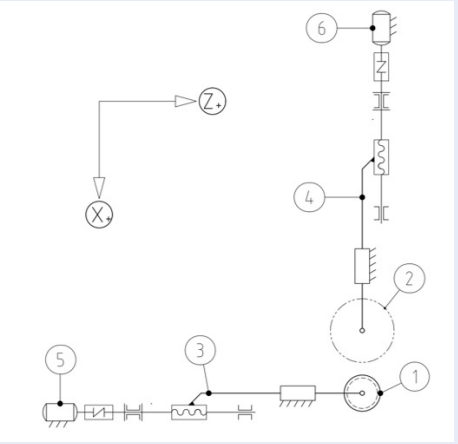


Hình 4: Sơ đồ gia công cưa vỏ cứng. (a) Các thông số đo trên sản phẩm. (b) Các các vị trí gia công.

$$L3 = L01 + 0.5\left(\frac{\varnothing D}{\varnothing d - 2t} + 1\right)c \qquad (7)$$

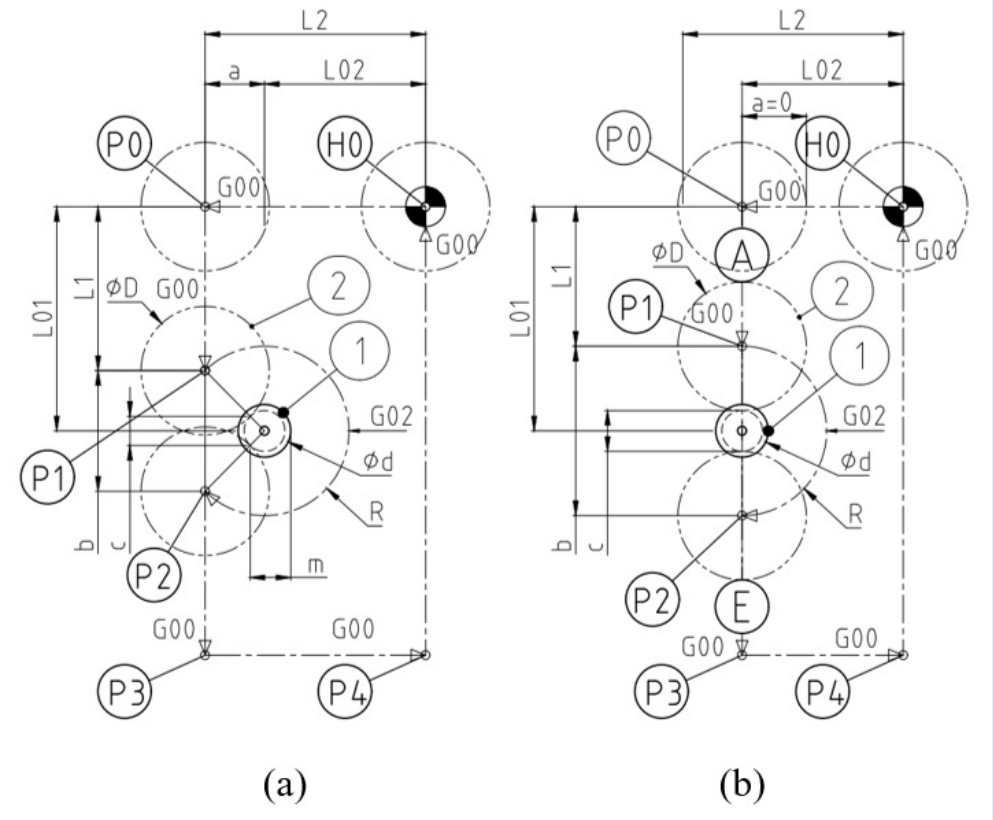
Tổ hợp chuyển động của bộ nội suy sẽ được thực hiện bởi hai trục X và Z bố trí trực giao với nhau như mô tả bằng sơ đồ kết cấu động học trong Hình 6. Trục X có nhiệm vụ mang lưỡi cắt (2) và trục Z sẽ mang đồ gá kẹp phôi vỏ cứng chưa gia công (1). Các trục được dẫn động bằng các động cơ servo (5) và (6), và được dẫn hướng nhờ các ray dẫn hướng (3) và (4) tương ứng.

Bộ nội suy cung tròn G02/G03 là bộ nội suy thông dụng trong các bộ điều khiển CNC hay gặp trên các máy công cụ điều khiển số CNC như tiện CNC, phay CNC, cắt plasma CNC, vv. Mục đích ra đời của các bộ điều khiển CNC này là điều khiển các quá trình gia công cắt gọt vật liệu cho các máy công cụ truyền thống, tự động hóa chúng để thay thế cho con người điều khiển máy. Chỉ bằng việc thay đổi các dòng lệnh gọi là G-code các quá trình gia công khác nhau với các hình dạng chi tiết, vật liệu và chế độ công nghệ gia công khác nhau sẽ được chuyển đổi một cách nhanh chóng thông qua điều chỉnh các thông số của các bộ nội suy. Các bộ nội suy hay gặp là các bộ nội suy tuyến tính G01 và cung tròn G02/G03. Các thông số lập trình sử dụng bộ nội suy cung tròn G02 được mô tả trong Bảng 2 và Hình 7 với điểm vào G02 chính là P1 và điểm ra G02 chính là P2.



Hình 6: Sơ đồ tổ hợp truyền động 2 trục

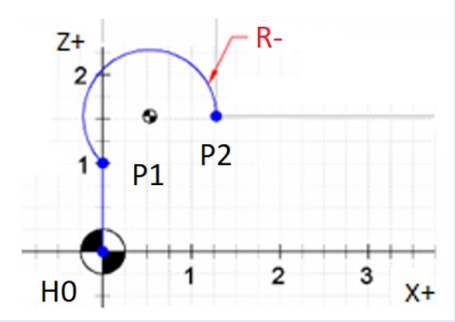
Khi tiếp cận bộ điều khiển CNC ở một góc nhìn khác, các bộ điều khiển này hoàn toàn có thể áp dụng cho các ứng dụng không giống với gia công cắt gọt truyền thống nhờ vào một số phân tích chuyển đổi tương tự như ở nghiên cứu này. Lúc này, ý nghĩa của các mã lệnh G-code có thể được hiểu theo hướng khác



Hình 5: Sơ đồ xác định quan hệ hình học các thông số. (a) Góc chắn cung cắt AE > 180 (b) Góc chắn cung cắt AE = 180

Bảng 2: Mã G-CODE cho bộ nội suy cung tròn G02

STT	G-Code	Ý nghĩa
N1	G01 X_{P1} Z_{P1} F	Đi thẳng đến điểm vào G02 chính là điểm P1với tốc độ F
N2	G02 X_{P2} Z_{P2} R-(0.5∅d)	Nội suy cung tròn theo chiều kim đồng hồ dọc theo cung tròn bán kính R= - 0.5fd và theo cung > 180 từ điểm P1 đến điểm P2. Tốc độ di chuyển khi cắt F không đổi.



Hình 7: Các thông số bộ nội suy cung tròn G02.

và không còn nguyên bản như mục đích ban đầu của nó. Để hiểu rõ các bước ứng dụng bộ nội suy cung tròn G02 của bộ điều khiển CNC vào tiết bị gia công nông sản vỏ cứng sơ đồ tổng hợp động học 2 trục X và Z được mô tả trong Hình 8.

Đoạn G-Code tiêu chuẩn cho thiết bị được mô tả trong Bảng 3. Để tự động hóa, một đoạn chương trình con chuyển đổi các giá trị thông số hình học sản phẩm như dược mô tả ở các phương trình từ (1) đến (7) sẽ được thực hiện và truyền cho bộ điều khiển CNC của thiết bị.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả thu được của nghiên cứu này đã được trình bày ở Bảng 3, Hình 6 và Hình 8. Đây chính là cơ sở để số hóa thiết bị đề suất. Để đạt được yêu cầu tách vỏ vễ dàng mà vẫn bảo vệ được nhân thì các thông số c và m phải được lựa chọn sao cho c đủ dài để bảo vệ nhân trước lực kẹp của thiết bị và m đủ lớn để lực bóc tách vỏ cứng nhỏ sau đó. Các giá trị c và m này sẽ được lựa chọn tối ưu khi thực nghiệm chế độ gia công cho các giống hạt và phân loại kích thước khác nhau trong nghiên cứu chuyên sâu khác. Hiển nhiên chúng cũng phụ thuộc vào giá trị t của vỏ cứng. Theo quan sát sơ bộ, kích thước m không quá 2/3 đường kính vỏ cứng sẽ cho hiệu quả bảo vệ nhân tốt hơn.

Vỏ hạt mắc-ca có sự phân bố không đều giữa hai đầu hạt. Dự báo khả năng vấn đề này sẽ ảnh hưởng đến việc gia công triệt để vỏ hạt và có thể gây khó khăn cho sự tách vỏ sau đó về mặt hình học. Tuy nhiên, thực tế đã chứng minh với sự bám dính còn lại của hai đầu vỏ không có ảnh hưởng gì đáng kể và sự ảnh hưởng này có thể bỏ qua.

Khi khai thác hàm quan hệ giữa các tham số có được từ nghiên cứu này, các lệnh bù bán kính dụng cụ cắt như G41 và G42 sẽ không được sử dụng. Các giá trị tham số của quá trình hoàn toàn có thể chuẩn hóa thành các chương trình con ứng với phân loại tiêu chuẩn ở Bảng 1 và các quá trình thực nghiệm trên các loại hạt vỏ cứng khác nhau.

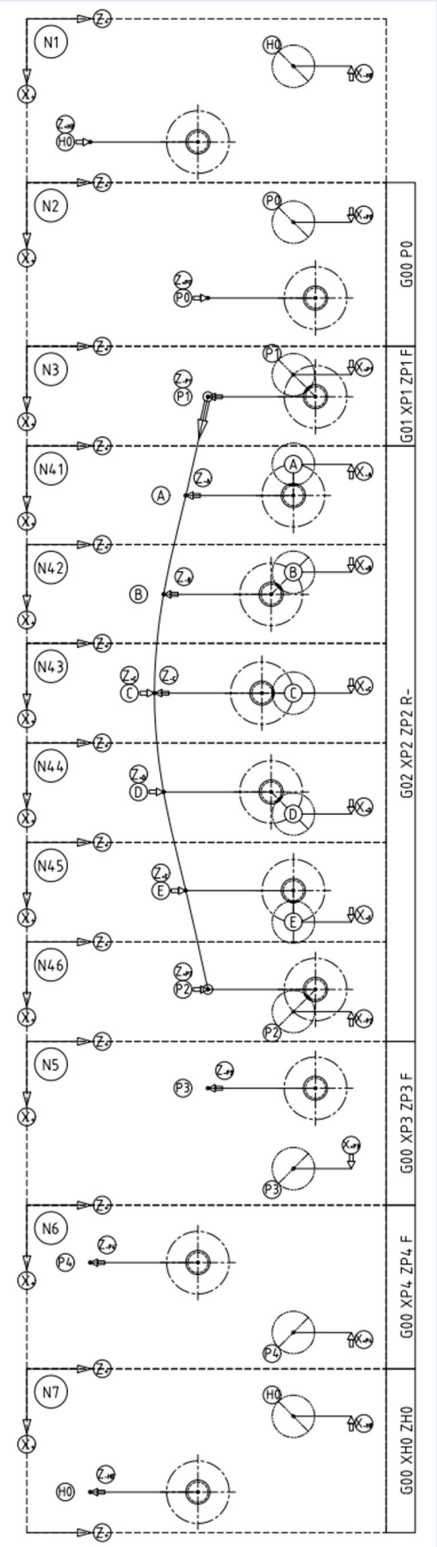
Để tăng năng suất, quãng đường từ P0 đến P1 có thể được chia nhỏ thành 2 đoạn bằng chác chèn thêm điểm tham chiếu P_mid. Đoạn từ P0 đến P_mid dùng G00 và từ P_mid đến P1 dùng G01 với tốc độ di chuyển F.

Khi bố trí các trục, các qui định trục mang phôi và trục mang dụng cụ cắt có thể hoán đổi và được khai báo thông qua các mã G-code tương ứng với G17, G18 hoặc G19 (Lựa chọn mặt phẳng gia công).

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã trình bày toàn bộ quá trình phân tích và giải pháp ứng dụng bộ điều khiển số công nghiệp CNC để điều khiển tự động thiết bị gia công nông sản hạt vỏ cứng. Một chương trình gia công tiêu chuẩn cho thiết bị được đề xuất với các tham số có thể thay đổi tùy theo đối tượng gia công. Qua đó kết quả của nghiên cứu cũng đã mô tả từng bước một phương thức chuyển đổi theo hướng tự động hóa khi sử dụng bộ điều khiển CNC công nghiệp cho các thiết bị tương tự khác ngoài các ứng dụng truyền thống trên máy công cụ.

Trong tương lai, việc thông minh hóa thiết bị sẽ được tiếp tục nghiên cứu như tự động đo kích thước hạt và



Hình 8: Sơ đồ tổ hợp động học 2 trục

Bảng 3: Mã G-CODE cho ứng dụng gia công hạt vỏ cứng

STT	G-Code	Ý nghĩa
N1	Home G40	Tham chiếu điểm gốc H0 của thiết bị và hủy bù bán kính dụng cụ.
N2	G00 P0	Chạy nhanh đến điểm P0
N3	G01 P1 F	Chạy thẳng đến điểm vào P1 của bộ nội suy cung tròn với tốc chạy dao F
N41 – N46	G02 P2 R-(0.5(∅D+∅d)-t)	Nội suy cung tròn theo chiều kim đồng hồ dọc theo cung tròn bán kính R= - $[0.5\,(\varnothing D+\varnothing d)-t]$ và theo cung > 180 từ điểm P1 đến điểm P2. Tốc độ di chuyển khi cắt F không đổi.
N5	G00 P3	Thoát dụng cụ, chạy nhanh đến điểm P3
N6	G00 P4	Chạy nhanh đến điểm an toàn P4
N2	Home	Quay về điểm Home chờ lần gia công tiếp theo

điều chỉnh chương trình gia công. Giao tiếp không dây giữa thiết bị và hệ thống quản lý qua đó giúp nhà sản xuất xác định được năng suất và hiện trạng thiết bị đang hoạt động.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

CNC: Computer Numerical Control

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Trần Hải Nam đưa ra ý tưởng viết bài, phân tích, tính toán và đã từng nghiên cứu hỗ trợ doanh nghiệp gia công sản phẩm được đề cập trong báo cáo. Hồ Triết Hưng chịu trách nhiệm kiểm tra nội dung và hỗ trợ ý tưởng viết bài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Schuler P, Speck T, Buhrig-Polaczek A, Fleck C. Structure-Function Relationships in Macadamia integrifolia Seed Coats - Fundamentals of the Hierarchical Microstructure. Plos One. 2014;9(8):e102913;PMID: 25102155. Available from: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102913.
2. Ruiz CGR, Cardeña MAT, Fonfría JJJdC. Design and Analysis of an Automatic Shell Cracking Machine of Metohuayo ("Caryodendron orinocense Karst") with a Capacity of 50 kg/h. Agriculture. 2020;10:537;Available from: https://doi.org/10.3390/agriculture10110537.
3. Yangyuen S, Laohavanich J. Development of a semi-automatic macadamia cracking machine. Eng Appl Sci Res. 2018;45(4):256-261;.
4. Kaewphat K, Suktakchan K, Pipatnaphiphop C, Moonasak S. Angular Rotary Macadamia Nut Cracker Machine. RMUTP Reseach J. 2016;10(2);.
5. Kim SY. Nut cracking mechanism for variable-sized nuts. United States Patent. 2010;US7717033B1;.
6. Anderson AF. Nutcracking Machine. United States Patent. 1941;US2.230.790. Patented Feb. 4, 1941;.
7. Braga GC, Couto SM, Hara T, Neto JTPA. Mechanical Behaviour of Macadamia Nut under Compression Loading. J Agric Engng Res. 1999;72:239-245. Article No. jaer.1998.0369;Available from: https://doi.org/10.1006/jaer.1998.0369.
8. Ghafari A, Chegini GR, Khazaei J, Vahdati K. Design, Construction and Performance Evaluation of the Walnut Cracking Machine. Int J Nuts Relat Sci. 2011;2(1):11-16. ISSN 2008-9937;.

Science & Technology Development Journal – Engineering and Technology 2024, ():1-1

Open Access Full Text Article

Application of circular interpolation in processing the contours of agricultural products of hard shell seeds (Macadamia Nuts type)

Tran Hai Nam[1,2,*], **Ho Triet Hung**[1,2]

Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

When processing hard-shelled agricultural products in the form of nuts with high nutritional value similar to macadamia nuts, breaking the hard shell without affecting the quality of the kernel is a difficult problem to solve. Some processing methods with high rates of productivity such as hammering or crushing have been used to break the hard shell. These are popular processing methods today. However, these methods cause high rates of nut fragmentation, which results in reduced product value and increased screening costs. This study proposes the use of disk-type sawing machining principles to cut the hard shell. Macadamia nuts have the highest shell hardness in the group. Based on the form of the hard shell, this study also proposes a digitalization for the cutting process through the application of a standard industrial numerical controller (Computer Numerical Control - CNC) with the circular interpolator G02/G03. In the proposed case, the parameters of the circular interpolator will have different meanings than those of traditional CNC machines. The relationships between the parameters of the circular interpolator with important geometric parameters of the hard shell and cutting tool diameter are also analyzed in detail. The result shows that these relationships are depending on the cutting tool diameter, hard shell diameter, arc to be cut on the shell body, and depth of cut (hard shell thickness). Additionally, the digitization of the cutting process is possible for automation and monitoring in the future.

Key words: macadamia nut, macadamia nut cracking, macadamia cracking machine

[1]*Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam*

[2]*Vietnam National University Ho Chi Minh City (VNU-HCMC), Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam*

Correspondence

Tran Hai Nam, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City (VNU-HCMC), Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: namth@hcmut.edu.vn

History

- Received: 08-8-2023
- Accepted: 20-12-2023
- Published Online:

DOI :

Check for updates

Cite this article : Nam T H, Hung H T. **Application of circular interpolation in processing the contours of agricultural products of hard shell seeds (Macadamia Nuts type)**. *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology* 2024; ():1-1.