Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ
Số chuyên đề: Khoa học và Công nghệ cho sự phát triển bền vững của vùng Đồng bằng sông Cửu Long
ISSN 1859-2333 | e-ISSN 2815-5599

DOI:10.22144/ctujos.2026.093

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ PHÂN CỠ HẠT SEN TƯƠI NGUYÊN VỎ XANH THEO KÍCH THƯỚC

Nguyễn Văn Tài, Mai Vĩnh Phúc và Phạm Quốc Liệt, Nguyễn Văn Cương và Nguyễn Hoài Tân*
Khoa Kỹ thuật Cơ khí, Trường Bách Khoa, Đại học Cần Thơ, Việt Nam
**Tác giả liên hệ (Corresponding author): nhtan@ctu.edu.vn*

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 15/02/2026
Sửa bài (Revised): 08/04/2026
Duyệt đăng (Accepted): 16/05/2026

Title: *Research and fabrication of equipment for sizing fresh lotus seeds based on their dimension*

Author(s): *Nguyen Van Tai, Mai Vinh Phuc, Pham Quoc Liet, Nguyen Van Cuong and Nguyen Hoai Tan**

Affiliation(s): *Faculty of Mechanical Engineering, College of Engineering, Can Tho University, Viet Nam*

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, sản phẩm từ hạt sen mang lại hiệu quả kinh tế cao, thúc đẩy nông nghiệp bền vững và góp phần nâng cao đời sống cho người dân vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Các thiết bị, máy móc phục vụ cho các công đoạn sơ chế hạt sen tươi trở nên vô cùng cấp thiết nhằm nâng cao năng suất cho quá trình sơ chế. Việc phân loại hạt sen tươi là một trong những công đoạn trong quá trình sơ chế, giúp hạt sen tươi được phân loại thành những loại hạt có kích thước gần nhau. Nhờ đó, công đoạn cắt, tách vỏ xanh hạt sen được thực hiện tốt hơn, các cỡ hạt sen khác nhau sẽ được cắt với các chiều sâu cắt khác nhau, hạn chế đáng kể hạt sen bị thâm do cơm sen bị cắt quá sâu. Trong nghiên cứu này, thiết bị phân loại hạt sen tươi với năng suất 20 kg/hr được nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thành công dựa theo nguyên lý sàng lồng quay dùng để phân loại các hạt sen tươi có kích thước khác nhau. Từ kết quả thực nghiệm thu được, hạt sen tươi sẽ được phân loại theo 4 loại cỡ hạt: hạt sen lép, hạt sen cỡ trung, hạt sen cỡ lớn và hạt sen quá cỡ dựa theo kích thước của hạt sen tươi với độ chính xác trên 95%.

Từ khóa: *Hạt sen tươi, kích thước hạt sen, phân loại hạt sen*

ABSTRACT

In recent years, lotus seed products have yielded high economic efficiency, promoted sustainable agriculture, and contributed to improving life in the Mekong Delta. Equipment and machinery for processing fresh lotus seeds have become essential to increase productivity. Classifying fresh lotus seeds is one of the steps in the processing process, supporting the separation of the fresh lotus seeds into groups of similar sizes. This can support the process of cutting and peeling the green shell of lotus seeds, as different sizes of lotus seeds are cut with various depths, significantly reducing the risk of lotus seeds turning brown due to the lotus flesh being deeply cut. In this study, a fresh lotus seed classifying device that applied the principle of a rotating cage with a capacity of 20 kg/hr was researched, designed, and manufactured to classify the fresh lotus seeds of different sizes. As a result, the fresh lotus seeds can be classified into 4 various types based on their diameter with an accuracy of over 95%.

Keywords: *Fresh lotus seed, lotus seed size, lotus seed classification*

1. GIỚI THIỆU

Sen là một loài cây quen thuộc với người dân vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Các sản phẩm được chế biến từ sen mang lại giá trị dinh dưỡng cao khi cung cấp một lượng lớn protein, chất xơ, vitamin và làm thuốc chữa bệnh mất ngủ hay suy nhược cơ thể (Cầm, 2023). Hiện nay, giá trị dinh dưỡng của sen đặc biệt là phần hạt đang có nhu cầu lớn trong nước và quốc tế. Bên cạnh các sản phẩm thô như hạt sen tươi, hạt sen sấy khô, các sản phẩm đã qua chế biến như trà hạt sen, sữa hạt sen, bột hạt sen đang rất được ưa chuộng. Nhờ vậy, cây sen được xem là loài cây kinh tế cao cho người dân Việt Nam, đặc biệt ở các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long điển hình nhất là tỉnh Đồng Tháp với diện tích trồng sen lớn nhất cả nước với diện tích trong khoảng từ 1.800 đến 1.838 ha, với sản lượng vào khoảng 1.088 tấn/năm (Đình 2025; Nghĩa, 2024). Thông thường, cây sen được trồng theo dạng 2 vụ sen/năm hoặc xen kẽ một vụ sen, một vụ lúa trong năm. Vụ một từ tháng 10 tới tháng 4 và vụ hai từ tháng 4 đến tháng 10 hàng năm.

Hình 1. Đồng sen tại vùng Đồng Tháp Mười (Nguyen, 2022)

Hiện nay, nhu cầu tiêu thụ sen và các sản phẩm từ hạt sen trong nước tăng mạnh và ngày càng được ưa chuộng. Các sản phẩm từ hạt sen trở nên đa dạng và phong phú nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng. Các sản phẩm chế biến từ hạt sen được các doanh nghiệp đầu tư nghiên cứu và đưa ra thị trường như: bột sữa sen, bột ngũ cốc hạt sen, hạt sen sấy, mứt hạt sen,… góp phần nâng cao giá trị cây sen Việt Nam (Thủy & Thanh, 2023). Bên cạnh những thuận lợi về sự ưa chuộng của người tiêu dùng và giá trị hạt sen mang lại cho sự tăng trưởng kinh tế, lĩnh vực chế biến hạt sen cũng gặp phải những khó khăn nhất định. Các công đoạn trong quá trình chế biến hạt sen tại các cơ sở sản xuất vừa và nhỏ chủ yếu sử dụng phương pháp thủ công nên năng suất và chất lượng sản phẩm chưa cao. Tại các nước phát triển trên thế giới, một số thiết bị, máy đã được áp dụng cho công đoạn sơ chế hạt sen tươi với các chức năng được tích hợp từ cắt vỏ, tách vỏ xanh và lột vỏ lụa. Máy hạt sen tươi tự động HS-Y30 đã được đưa ra thị trường nhằm hỗ trợ cho các công đoạn cắt vỏ, tách vỏ xanh và lột vỏ lụa trong quá trình sơ chế hạt sen. Mặc dù đã đạt được hiệu suất khá cao khi tách vỏ xanh nhưng tỷ lệ lột vỏ lụa vẫn còn hạt chế (đạt 62 - 92%) (Hữu & Khang, 2019). Trong quá trình cắt vỏ xanh, do hạt sen có nhiều loại kích thước khác nhau, thông thường dao động từ 10 đến trên 20 mm, nên khi cắt vỏ xanh lưỡi dao cắt có

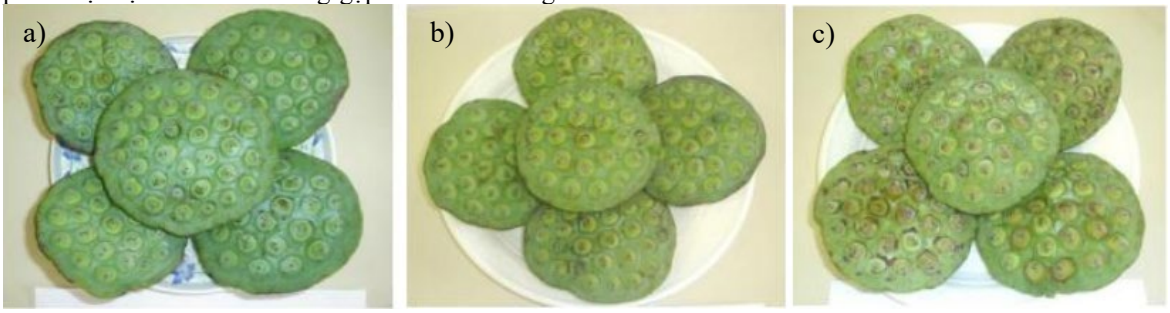
thể cắt sâu vào cơm sen đối với các hạt sen có kích thước lớn, dẫn đến cơm sen dễ bị thâm đen sau khi tách vỏ xanh. Mặt khác, giá thành của máy thì khá cao nên gây khó khăn cho các hộ gia đình và cơ sở sản xuất nhỏ.

Nhằm hạn chế việc lưỡi dao cắt sâu vào cơm sen khi thực hiện cắt và tách vỏ xanh hạt sen tươi, một vài nghiên cứu đã được thực hiện để tiến hành phân loại hạt sen tươi theo các nhóm kích thước khác nhau trước khi cắt vỏ xanh. Langkapin et al. (2020) đã nghiên cứu và thử nghiệm các yếu tố ảnh hưởng đến việc phân loại hạt sen phục vụ cho việc thiết kế máy phân cỡ hạt sen. Bộ phận thử nghiệm bao gồm khung chính, bộ phận định cỡ hạt, phễu và bộ truyền lực. Trong quá trình vận hành, hạt sen được đưa vào máng cấp liệu, sau đó hạt sen đi qua bộ phận định cỡ hạt của 3 sàng phẳng để phân loại theo 3 kích cỡ. Hạt sen sau khi phân loại được chứa theo từng khay riêng biệt. Thiết bị có thể đạt năng suất 118,5 kg/giờ với tỷ lệ phân loại đạt 89,8%. Tiếp đến, Langkapin et al. (2022) cũng đã tiến hành tối ưu thông số vận hành khi phân loại hạt sen theo 3 kích cỡ hạt. Tốc độ của thiết bị được khảo sát lần lượt là 20, 25 và 30 vòng/phút (Langkapin, 2022). Kết quả chỉ ra rằng hiệu suất tối ưu đạt được khi máy được vận hành ở tốc độ quay của thiết bị là 25 vòng/phút với năng suất đạt được là 128,2 kg/giờ và tỷ lệ phân loại đạt 92,1%.

Các nghiên cứu đã được thực hiện trước đây để phân loại hạt sen tươi thường gặp khó khăn trong việc xử lý nguyên liệu đầu vào do hạt sen tươi có kích thước thay đổi trong phạm vi khá rộng, đường kính từ 10 đến 20 mm. Mặc dù các thiết bị đều có cơ cấu tùy chỉnh để đáp ứng với các kích thước hạt khác nhau, nhưng khả năng tự động điều chỉnh cũng chỉ đáp ứng trong một dãy giá trị thay đổi nhất định. Vì vậy, để có thể khai thác hiệu quả các thiết bị chế biến hạt sen hiện tại như: tách vỏ xanh, tách vỏ lụa, đột tim sen,… thì việc phân loại hạt sen thành những nhóm có kích thước tương đối giống nhau là cần thiết. Xuất phát từ nhu cầu trên, nghiên cứu này được tiến hành nhằm thiết kế và chế tạo thiết bị phân cỡ hạt sen tươi nguyên vỏ xanh theo kích thước để phân nhóm nguyên liệu đầu vào, tăng tính đồng nhất về mặt kích thước của các hạt sen tươi trước khi đi vào công đoạn cắt, tách vỏ xanh.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thiết bị phân cỡ hạt sen tươi nguyên vỏ xanh được nghiên cứu, thiết kế dựa trên kích thước trung bình của hạt sen tươi lấy từ đài sen đủ ngày tuổi. Các đài sen đủ ngày tuổi thường có màu xanh đậm, chuyển sang hơi ngả vàng, bề mặt đài sen cứng và các hạt sen bên trong to tròn, lớp vỏ hạt màu xanh thẫm hoặc nâu đen (Đài, 2026). Hạt sen tươi sau khi lấy ra khỏi đài sen đầy đặn, các lỗ đài mở rộng, đầu hạt sen có màu nâu đen hoặc xanh đen rõ ràng. Các đài sen theo các ngày tuổi khác nhau (từ 18 ngày tuổi đến 24 ngày tuổi) được thể hiện trên Hình 2 (Hồng và ctv., 2009).



Hình 2. Các đài sen tương ứng với các ngày tuổi khác nhau

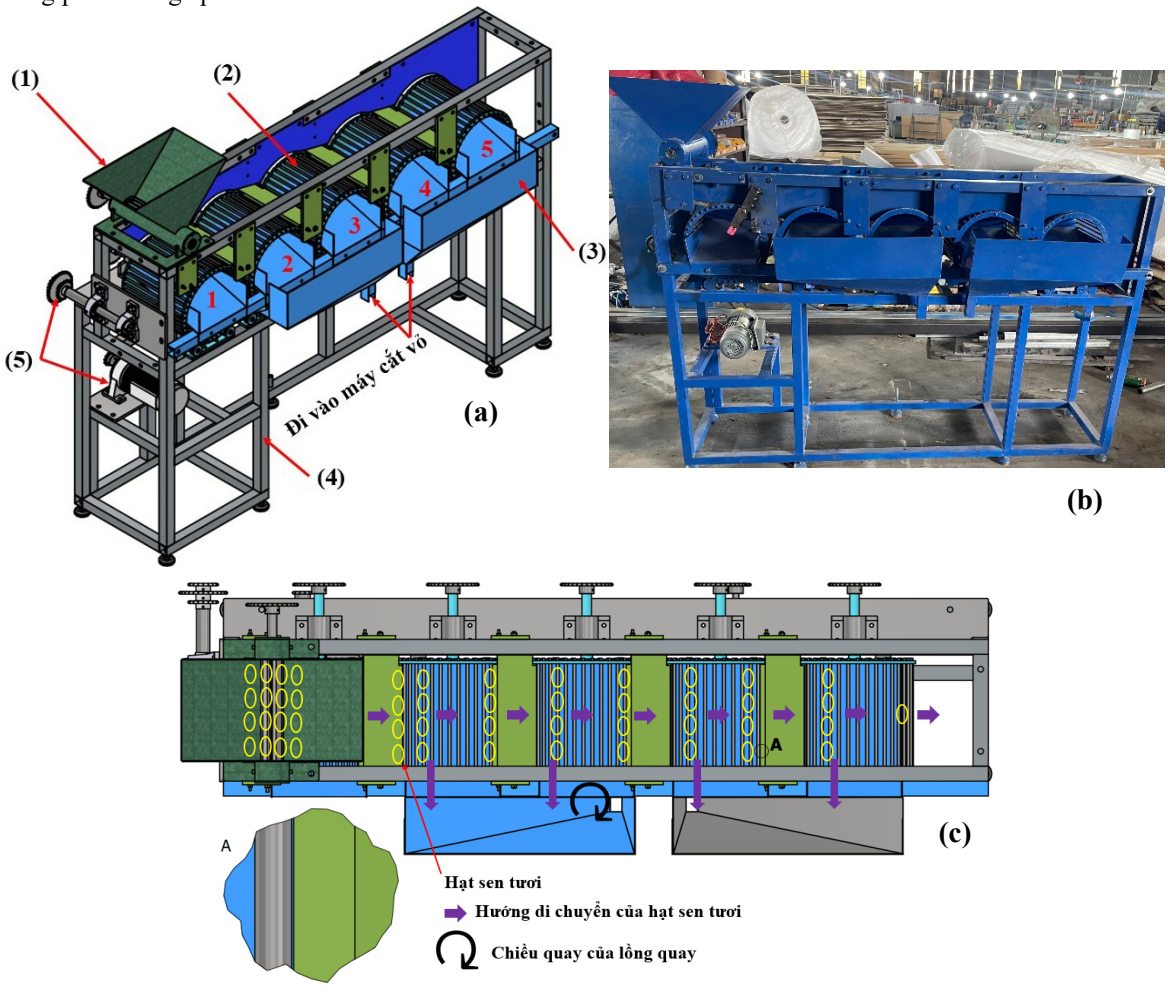
Ghi chú: a) 18 ngày tuổi, b) 21 ngày tuổi, c) 24 ngày tuổi.

Hạt sen tươi có hình dạng gần giống với hình oval với phần đoạn ngắn ở giữa hạt sen có dạng hình trụ. Do đó, kích thước của hạt sen tươi được xác định bằng cách đo theo đường kính tại phần giữa của hạt sen tươi cho 3 vị trí khác, sau đó lấy giá trị trung bình cho các lần đo. Dựa theo kích thước trung bình của hạt sen tươi lấy từ những đài sen khác nhau, hạt sen tươi có thể được phân ra thành 4 loại cơ bản (Bảng 1).

Nguyên lý hoạt động của thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi được thiết kế dựa theo nguyên lý của máy sàng lồng, lồng hình trụ xoay được sử dụng để phân loại hạt sen tươi theo kích thước. Việc phân loại cỡ hạt bằng lồng quay giúp cho quá trình phân loại được diễn ra liên tục, phân loại chính xác và đạt hiệu quả cao. Các khe hở trên mỗi lồng quay được thiết kế cho một cỡ loại hạt sen tươi, các lồng quay được bố trí theo cỡ hạt từ nhỏ đến lớn. Hình 3c thể

hiện sự di chuyển của các hạt sen tươi có kích thước khác nhau đi qua các lồng quay khác nhau. Hạt sen nào có kích thước nhỏ hơn khe hở giữa hai thanh trụ trên lồng quay sẽ lọt qua khe hở và đi xuống máng hứng. Các hạt sen tươi có kích thước lớn hơn khe hở giữa hai thanh trụ của lồng quay tiếp tục di chuyển đến các lồng quay có khe hở lớn hơn. Hạt sen có kích thước lớn hơn 17 mm (chiếm số lượng rất ít) đi ra ngoài thiết bị phân loại sau khi qua khỏi lồng quay số 5. Bên cạnh đó, tốc độ quay tối ưu của các lồng quay được xác định bằng thực nghiệm cho 5 tốc độ quay khác nhau lần lượt là 5, 10, 15, 20 và 25 vòng/phút thông qua điều chỉnh biến tần nối với motor để đánh giá khả năng sàng của lồng quay. Các thí nghiệm thực nghiệm được lập lại 3 lần và kết quả thu được lấy giá trị trung bình của 3 lần đo.

Các hạt sen tươi sau khi được phân loại thành các loại cỡ hạt khác nhau sẽ được kiểm tra bằng cách đo đường kính trung bình của hạt sen, rồi so sánh với kích thước của các cỡ hạt sen với độ dung sai trong khoảng $\pm 0{,}3$ mm. Từ đó, tính hiệu quả của thiết bị phân loại hạt sen tươi đã được xác định. Bên cạnh đó, năng suất của thiết bị phân loại hạt sen tươi cũng được tính toán theo khối lượng thu được từ các loại cỡ sen khác nhau.



Hình 3. Mô hình thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi

Ghi chú: a) Mô hình 3D trên phần mềm; b) Mô hình máy đã chế tạo; c) sự di chuyển của các hạt sen tươi trong quá trình phân loại; 1) bộ phận tiếp liệu, 2) lồng quay, 3) máng hứng, 4) khung sườn máy, 5) bộ phận truyền động

Bảng 1. Các loại cỡ hạt sen tươi được phân loại theo kích thước trung bình

STT	Cỡ loại hạt sen tươi	Kích thước trung bình (mm)	Ghi chú
1	Hạt sen lép	nhỏ hơn 10,5 mm	Các hạt sen tươi được đo kích thước và thống kê từ 10 kg đài sen đạt 23 - 25 ngày tuổi
2	Hạt sen cỡ trung	10,5 - 13,5 mm	
3	Hạt sen cỡ lớn	13,5-17 mm	
4	Hạt sen quá cỡ	lớn hơn 17 mm	

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Cấu tạo thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi

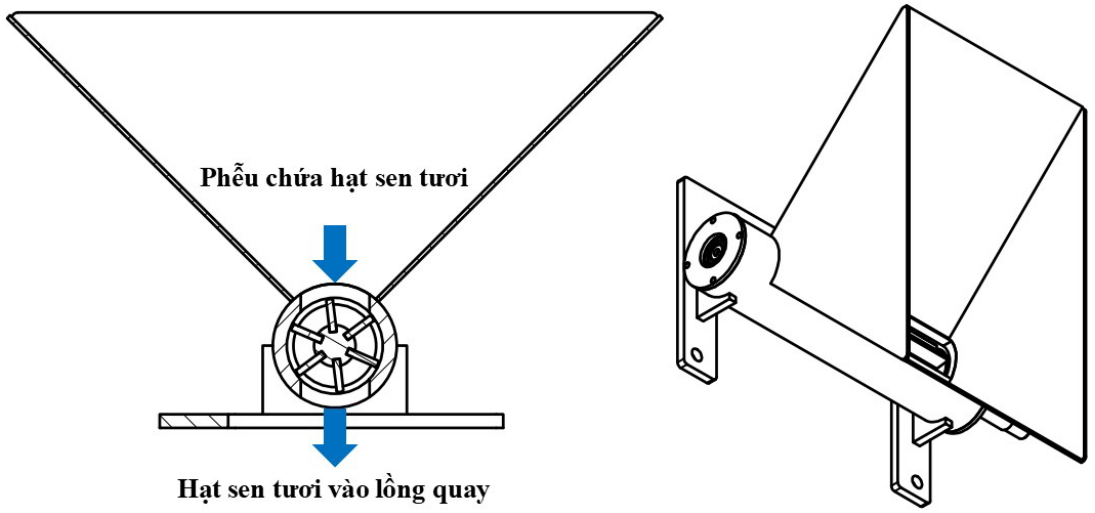
Hình 3 thể hiện cấu tạo chính của thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi. Thiết bị có 5 thành phần chính bao gồm: bộ phận tiếp liệu, lồng quay phân loại, bộ phận máng hứng, khung sườn máy và bộ phận truyền động. Hạt sen tươi với nhiều kích thước khác nhau lấy ra từ đài sen sẽ được cho vào bộ phận tiếp liệu, các hạt sen sẽ nằm trong các rãnh của trục tiếp liệu và di chuyển lần lượt đến các lồng quay phân loại. Thiết bị có 5 lồng quay với 3 kích thước khe hở khác nhau để phân loại hạt sen tươi thành 4 cỡ hạt (như mô tả trong Bảng 1). Lồng quay 1 được dùng để phân loại hạt sen lép, lồng quay 2 và lồng quay 3 có cùng kích thước khe hở được dùng để phân loại hạt sen cỡ trung, lồng 4 và lồng 5 có cùng kích thước khe hở dùng để phân loại hạt sen cỡ lớn. Hạt sen quá cỡ (đường kính lớn hơn 17 mm) di chuyển ra ngoài thiết bị khi lăn qua khỏi lồng quay 5. Các cỡ hạt sen tươi khác nhau di chuyển theo các máng hứng khác nhau để đến các khay chứa tách biệt.

Các lồng quay trên thiết bị phân loại quay với vận tốc bằng nhau, được truyền động với nhau qua bộ truyền xích, đảm bảo tốc độ đạt độ ổn định trong quá trình hoạt động. Giữa các lồng quay được lắp tấm dẫn hướng, giúp cho hạt sen tươi di chuyển dễ dàng từ lồng này sang lồng khác mà không bị kẹt hay vỡ hạt sen. Khi hạt sen tươi lăn qua từng lồng quay và sẽ rớt xuống lồng quay khi đường kính hạt sen tươi nhỏ hơn khe hở của lồng quay. Đối với hạt sen tươi cỡ trung và cỡ lớn sẽ được dẫn hướng đến máy cắt vỏ xanh hạt sen tươi.

3.1.1. Bộ phận tiếp liệu

Bộ phận cấp liệu hạt sen tươi có 2 thành phần chính bao gồm phễu cấp liệu và trục cấp liệu đóng vai trò là bộ phận đầu vào của thiết bị phân loại hạt sen tươi. Phễu tiếp liệu được thiết kế theo dạng hình nón phễu rộng để chứa hạt sen, dẫn hướng cho hạt sen di chuyển từ trên xuống. Độ nghiêng của vách trên phễu cấp liệu so với phương ngang được tính toán dựa theo lực ma sát giữa hạt sen tươi và vách, giúp cho hạt sen tươi có thể tự rơi xuống trục cấp liệu dễ dàng. Trục cấp liệu được thiết kế gồm 6 rãnh dài phân bố đều trên bề mặt trục. Bề rộng của rãnh được thiết kế lớn hơn đường kính phần giữa của hạt sen và nhỏ hơn chiều dài của hạt sen. Khi đó, hạt sen tươi xếp theo phương chiều dài dọc theo chiều dài của rãnh chứa. Nhờ đó, hạt sen tươi được dẫn hướng theo hàng để đi vào các lồng quay phân loại, như được thể hiện trên Hình 4.

Bên cạnh đó, tốc độ của trục tiếp liệu cũng được tính toán để đáp ứng năng suất 20 kg/hr. Thông thường, hạt sen tươi có khối lượng riêng từ 1,6 đến 1,8 g và 1 kg hạt sen tươi dao động từ 555 đến 625 hạt (tính theo hạt sen cỡ trung và cỡ lớn), chiều dài hạt sen từ 19 đến 24 mm (Thưởng và ctv., 2019; Thưởng và ctv., 2021). Chiều dài của buồng tiếp liệu được thiết kế là 270 mm, có thể chứa được 11 hạt sen tươi trên 1 rãnh của trục cấp liệu, tương ứng với 66 hạt sen tươi cho 1 vòng quay của trục cấp liệu. Khi đó, trục cấp liệu quay với vận tốc lớn hơn 4 vòng/phút sẽ có thể đáp ứng được năng suất 20 kg/hr. Bên cạnh đó, tốc độ của trục cấp liệu còn được lựa chọn để phù hợp với tốc độ lồng quay phân loại.



Hình 4. Bộ phận tiếp liệu của thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi

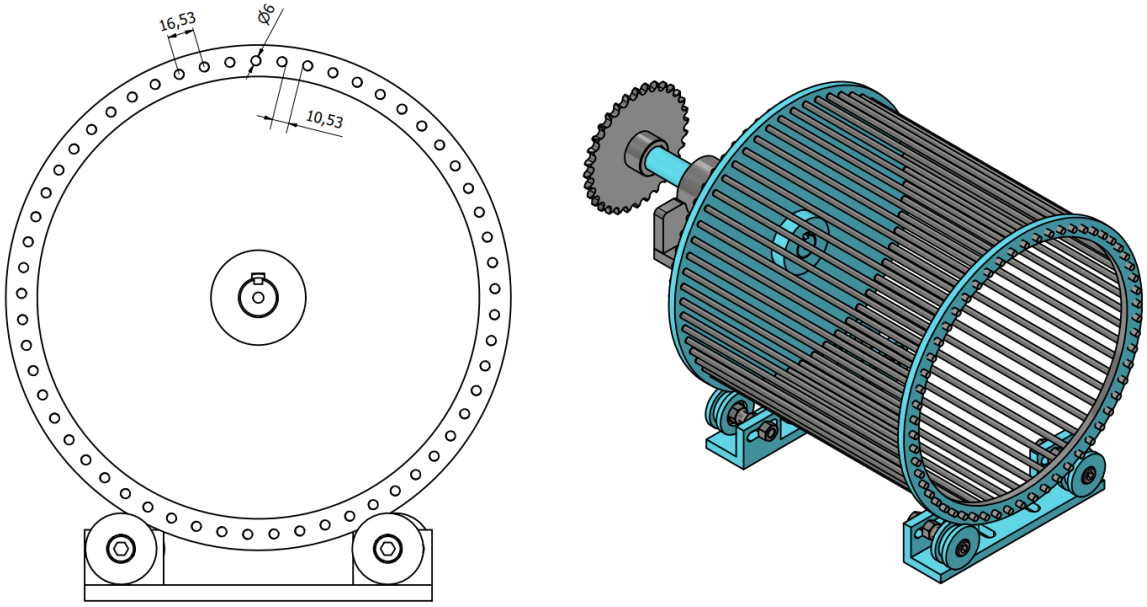
3.1.2. Lồng quay phân loại cỡ hạt sen tươi

Hình 5 thể hiện kết cấu của lồng quay phân loại cỡ hạt sen tươi. Khe hở giữa các thanh trụ tròn được thiết kế dựa theo kích thước tương ứng của các cỡ loại hạt sen tươi trên Bảng 1. Các lồng quay được thiết kế với đường kính đo tại tâm các thanh trụ tròn trên lồng quay làm tiêu chuẩn với kích thước là 300 mm. Số lượng thanh trụ tròn được bố trí trên chu vi của đường kính tiêu chuẩn sao cho khe hở giữa hai thanh trụ tròn gần bằng với kích thước lớn nhất của từng cỡ hạt sen (dung sai trong khoảng $\pm 0{,}2\ mm$). Hình 5 thể hiện thông số của lồng quay số 1 dùng để sàng hạt sen lép có kích thước nhỏ hơn 10,5 mm (hay còn gọi là hạt lép). Các hạt sen lép rơi tự do xuống lồng quay 1 trong khi các hạt sen có kích thước lớn hơn 10,5 mm tiếp tục di chuyển để lồng quay số 2 và số 3 với khe hở trên lồng quay là 13,5 mm để phân loại hạt sen cỡ trung. Hạt sen cỡ lớn được phân loại ở lồng quay 4 và lồng quay 5 với kích thước khe hở là 17 mm. Các hạt sen có kích thước lớn hơn 17 mm lăn qua lồng quay 5 và ra ngoài thiết bị phân loại. Trong quá trình phân loại, hạt sen cỡ trung và hạt sen cỡ lớn được quan tâm nhiều nhất. Hai cỡ loại hạt sen tươi này rơi xuống 2 máng hứng khác nhau và chuyển đến thiết bị cắt, tách vỏ xanh hạt sen tươi theo 2 hướng khác nhau để thực hiện quá trình cắt, tách vỏ xanh.

Tốc độ của lồng quay được xác định thông qua quá trình khảo nghiệm thực nghiệm khi cho hạt sen tươi lăn trên các lồng quay có đường kính tiêu chuẩn 300 mm với khe hở giữa hai thanh trụ tròn lần lượt là $10{,}5 \pm 0{,}2$ mm, $13{,}5 \pm 0{,}2$ mm và $17 \pm 0{,}2$ mm. Hạt sen tươi được lấy từ đài sen gồm hạt sen lép, hạt sen cỡ trung, hạt sen cỡ lớn và hạt sen quá cỡ với tổng khối lượng là 1,5 kg (1028 hạt sen tươi) và đã được đưa vào thiết bị để tiến hành phân loại. Kết quả thu được cho thấy rằng tốc độ của lồng quay từ 5 đến 15 vòng/phút, các hạt sen tươi có kích thước nhỏ hơn khe hở được thiết kế trên lồng quay dễ dàng rơi tự do xuống lồng quay hơn. Khi tốc độ quay của lồng quay tăng lên 20 vòng/phút, các hạt sen tươi có phần giữa hạt khác xa với biên dạng hình trụ sẽ khó lọt qua khe hở của lồng quay, do hạt sen tươi không đủ thời gian để tự lựa và rơi tự do xuống lồng quay. Khi tiếp tục tăng tốc độ lồng quay đến 25 vòng/phút, xuất hiện một số hạt sen có kích thước nhỏ hơn kích thước khe hở giữa hai thanh trụ của lồng quay nhưng không rơi xuống lồng quay (chiếm khoảng 4,1%) mà vẫn tiếp tục di chuyển sang các lồng quay tiếp theo. Từ kết quả thực nghiệm, tốc độ của lồng quay từ 5 đến 15 vòng/phút được xem là phù hợp để thực hiện sàng phân loại hạt sen tươi. Vì vậy, tốc độ của lồng quay được lựa chọn tại 10 vòng/phút để giúp cho hạt sen tươi rơi dễ dàng xuống lồng quay và đạt được độ chính xác cao (cao hơn 95%). Mặt khác, tốc độ lồng quay tại 10 vòng/phút cũng đáp ứng với năng suất 20 kg/hr của bộ phận cấp liệu đầu vào.

Việc so sánh với kết quả các nghiên cứu trước đây của Langkapin et al. (2020), dù năng suất trong nghiên cứu này không bằng năng suất với nghiên cứu của Langkapin et al. (2022) (dùng công nghệ sàng phẳng với 3 lớp sàng khác nhau để phân loại hạt sen tươi theo 3 cỡ hạt) nhưng độ chính xác trong phân loại hạt sen tươi đã được nâng lên, đặc biệt là tốc độ lồng quay tại 10 và 15 vòng/phút không phát hiện hạt sen tươi bị phân loại sai trong tổng số 1.028 hạt sen tươi. Mặc dù, số lượng hạt sen tươi đưa vào phân loại không quá lớn (do phụ thuộc vào mùa vụ

và hạn chế về kinh phí thực hiện đề tài) nhưng kết quả nghiên cứu đã mở ra hướng mới để có thể tăng độ chính xác trong khâu phân loại hạt sen tươi. Mặt khác, thiết bị phân loại trong nghiên cứu này có thể phân loại hạt sen tươi theo 4 cỡ hạt khác nhau (so với nghiên cứu trước đây là 3 cỡ hạt), điều này giúp cho độ chênh lệch kích thước giữa các hạt sen tươi trong cùng một cỡ hạt được thu hẹp lại đáng kể. Từ đó, quá trình cắt vỏ xanh hạt sen tươi được thực hiện tốt hơn, hạn chế đáng kể việc lưỡi dao cắt phạm vào cơm sen khi thực hiện tách vỏ xanh.



Hình 5. Kết cấu lồng quay của thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi

Kích thước của lồng quay phân loại cũng được kiểm nghiệm để đáp ứng năng suất của thiết bị. Trong quá trình phân loại, hạt sen tươi chỉ có thể rơi tự do xuống lồng quay vào khoảng 1/4 cung tròn phía trên của lồng quay, tương ứng với khoảng 90° trên lồng quay. Hạt sen tươi phần lớn rơi tự do xuống lồng quay ở góc 45° đầu tiên khi hạt sen tươi tiếp xúc với lồng quay. Do đó, thời gian cần thiết để hạt sen tươi có thể rơi tự do xuống lồng quay sẽ được kiểm tra trong khoảng 45° của lồng quay phân loại. Kết quả thu được từ quá trình khảo nghiệm thực nghiệm cho thấy rằng tốc độ quay của lồng quay tại 10 vòng/phút kết hợp với đường kính ngoài của lồng quay là 300 mm tạo ra thời gian đủ dài ở góc 45° để hạt sen có thể tự lựa và rơi tự do xuống lồng quay.

Bên cạnh đó, số lượng khe hở cần thiết trên lồng quay phân loại để đáp ứng năng suất 20 kg/hr cũng được tính toán theo công thức (3.1):

$$x = \frac{N}{60.n.a} \quad (3.1)$$

Trong đó:

x là số khe hở tối thiểu trên lồng quay (khe/vòng),

N là số lượng hạt sen tươi rơi tự do trong một giờ. Với năng suất 20 kg/hr, N vào khoảng 12.500 hạt sen tươi/hr,

n là tốc độ quay của lồng phân loại (được lựa chọn tại 10 vòng/phút),

A là số lượng hạt sen tươi có thể rơi tự do xuống lồng quay trên 1 chiều dài khe hở.

3.1.3. Bộ phận máng hứng hạt sen tươi

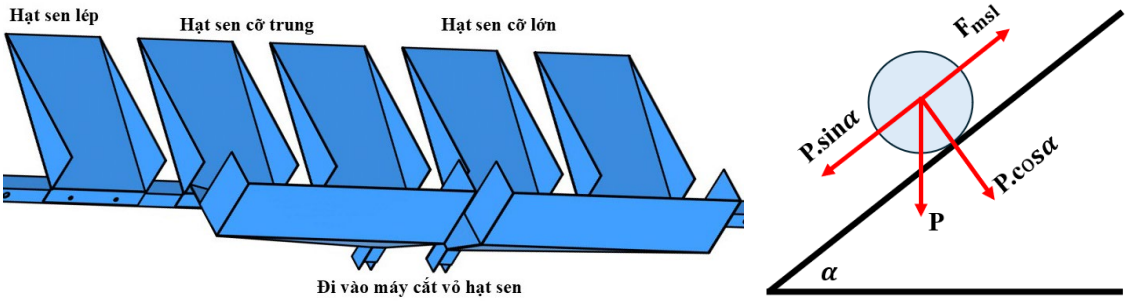
Máng hứng hạt sen tươi được đặt bên trong lồng quay phân loại để hứng các hạt sen tươi rơi tự do từ lồng quay. Hình 6 thể hiện hình dạng của các máng hứng hạt sen, với góc nghiêng α hợp với phương ngang giúp cho hạt sen tươi di chuyển dễ dàng trên máng hứng. Góc nghiêng α này tính toán dựa vào góc ma sát lăn theo công thức (3.2):

$$P.sin\alpha \geq F_{msl} = \mu_l.P.cos\alpha \quad (3.2)$$

Trong đó: P là trọng lượng hạt sen, α là góc nghiêng của máng hứng, μ_l là hệ số ma sát lăn của hạt sen tươi lăn trên tấm thép (được sơn bảo vệ) và F_{msl} là lực ma sát lăn.

Các hạt sen tươi có cùng cỡ loại hạt với nhau sẽ được dẫn hướng về cùng vị trí. Cỡ loại hạt lép từ

lồng quay 1 và hạt sen quá cỡ sẽ được chứa ở khay chứa riêng biệt. Cỡ hạt cỡ trung và cỡ lớn đã đi đến thiết bị cắt, tách vỏ xanh hạt sen tươi theo 2 hướng khác nhau. Nhờ sự phân loại này mà quá trình cắt, tách vỏ xanh hạt sen tươi được thực hiện dễ dàng hơn, khi đó dao cắt dễ điều chỉnh để cắt đứt vỏ xanh mà không gây tổn thương nhiều đến cơm sen bên trong. Điều này hạn chế đáng kể cơm hạt sen bị thâm sau khi tách vỏ xanh.



Hình 6. Máng hứng hạt sen tươi rơi xuống từ lồng quay

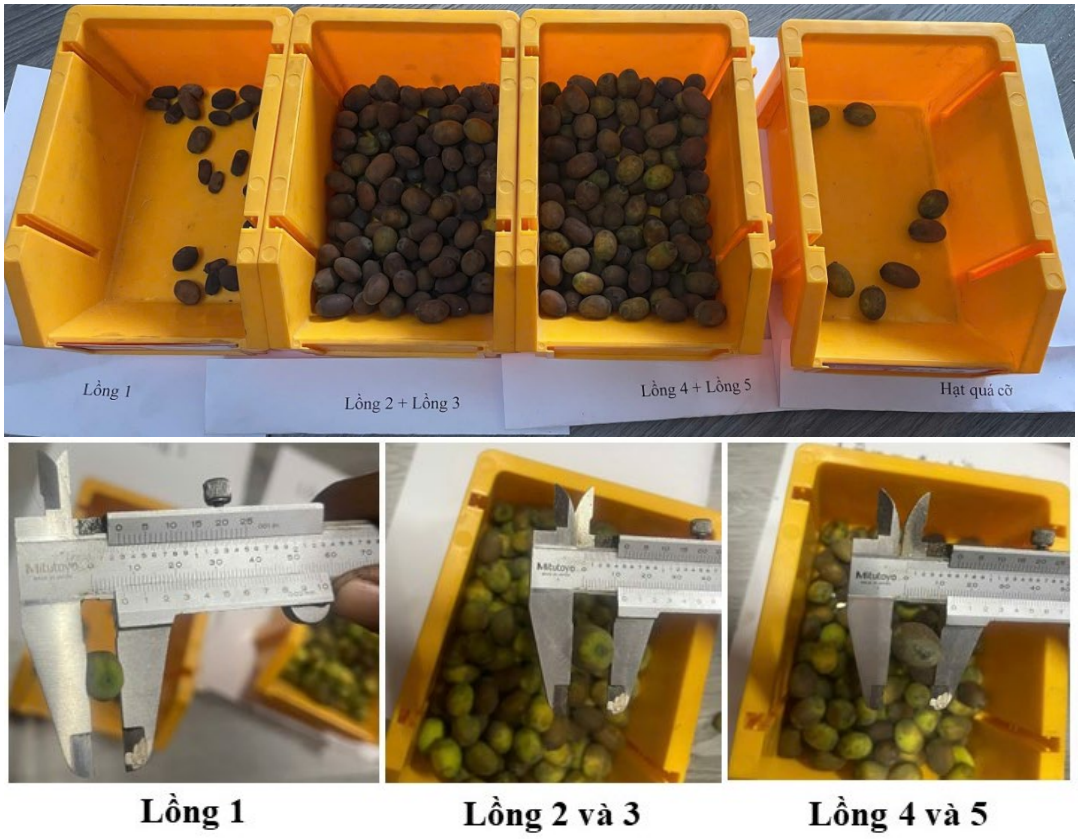
3.2. Khảo nghiệm và đánh giá thiết bị phân loại cỡ hạt sen

Sau khi hoàn thiện việc chế tạo thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo nghiệm thực nghiệm để đánh giá hiệu quả của thiết bị hạt sen tươi. Các thông số kỹ thuật vận hành cho thiết bị phân loại cỡ hạt sen được trình bày trong Bảng 2. Hạt sen tươi sau khi phân loại được đo kiểm bằng thước kẹp để đánh giá tính hiệu quả của thiết bị. Hình 7 thể hiện hạt sen tươi sau khi qua thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi với 4 cỡ hạt: hạt sen lép, hạt sen cỡ trung (10,5 đến 14 mm), hạt sen cỡ lớn (14 đến 17 mm) và hạt quá cỡ. Trong đó, hạt sen cỡ trung và hạt sen cỡ lớn chiếm tỷ lệ lớn trong các cỡ loại hạt sen tươi. Mỗi loại cỡ trung và cỡ lớn sẽ lấy ngẫu nhiên 20 hạt sen để tiến hành đo và kiểm tra để đánh giá tính hiệu quả của thiết bị.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật vận hành thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi

STT	Tên và đặc tính kỹ thuật	Thông số kỹ thuật	Ghi chú
1	*Khối lượng hạt sen tươi*	*3,8 kg*	*Hạt sen tươi được lấy từ 10 kg đài sen*
2	*Tốc độ của trục cấp liệu*	*10 vòng/phút*	
3	*Tốc độ của lòng quay*	*10 vòng/phút*	
4	*Công suất động cơ*	*0,37 kW*	

Kết quả kiểm tra cho thấy rằng các hạt sen tươi đã được phân loại theo đúng các cỡ hạt đã thiết kế (4 loại cỡ hạt). Trong quá trình phân loại, hạt sen tươi di chuyển dễ dàng từ bộ phận cấp liệu đến lồng quay phân loại và máng hứng hạt sen. Các rãnh trên trục tiếp liệu giúp cho hạt sen tươi được sắp xếp theo 1 phương chiều dài trước khi lăn qua các lồng quay. Khe hở trên lồng quay được thiết kế theo khoảng cách giữa hai thanh hình trụ tròn (khoảng cách 2 mép đường kính ngoài) nên hạt sen dễ dàng rơi xuống lồng quay. Hạt sen cỡ trung và cỡ lớn chiếm phần lớn trong các loại cỡ hạt sen nên mỗi loại cỡ hạt được phân loại với 2 lồng quay có cùng kích thước khe hở. Điều này giúp nâng cao độ chính xác cho việc phân loại, hạn chế đáng kể việc hạt sen chưa kịp phân loại đã di chuyển sang lồng quay khác với kích thước khe hở thay đổi. Máng hứng hạt sen với góc nghiêng phù hợp đảm bảo hạt sen di chuyển dễ dàng xuống khay chứa và máng dẫn hướng.



Hình 7. Hạt sen sau khi qua thiết bị phân loại cỡ hạt sen

Bên cạnh các hạt sen tươi đã được phân loại, vẫn còn vài hạt sen bị nát (8 hạt sen) khi hạt sen di chuyển từ lồng quay này sang lồng quay khác. Nguyên nhân là do phần ở giữa của các hạt sen này có hình dạng gồ ghề, khác xa với biên dạng hình trụ nên một phần hạt sen không lọt qua được khe hở để rơi xuống máng hứng. Tuy nhiên, số lượng này chiếm rất ít, dường như không đáng kể so với số lượng hạt sen được phân loại. Từ những kết quả thu được, có thể thấy rằng thiết bị phân loại cỡ hạt sen đã được chế tạo mang lại hiệu quả cao trong việc phân loại hạt sen theo các cỡ khác nhau. Thiết bị này giúp hỗ trợ cho công đoạn cắt, tách vỏ xanh hạt sen tươi, hạn chế đáng kể tình trạng cơm sen bị thâm do bị cắt sâu khi tách vỏ xanh. Nhờ đó, chất lượng của cơm sen sau khi tách vỏ xanh được nâng cao.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, việc thiết kế và chế tạo thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi với 4 cỡ hạt khác nhau đã được thực hiện thành công, bao gồm: hạt sen lép, hạt sen cỡ trung, hạt sen cỡ lớn và hạt sen quá cỡ. Trong đó, hạt sen cỡ trung và hạt sen cỡ lớn chiếm phần lớn trong các cỡ hạt sen. Hạt sen tươi đi từ bộ phận cấp liệu đến lồng quay phân loại và rơi xuống máng hứng theo từng cỡ hạt sen với năng suất đạt được cao hơn 20 kg/hr. Kết quả thu được từ thực nghiệm chỉ ra rằng thiết bị phân loại đạt độ tin cậy cao trong việc phân loại cỡ hạt sen tươi với độ chính xác phân loại trên 95%. Từ đó, thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi giúp hỗ trợ hiệu quả cho công đoạn cắt, tách vỏ xanh hạt sen, giúp nâng cao chất lượng cơm sen sau khi tách vỏ xanh.

LỜI CẢM TẠ

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Cần Thơ, mã số: CTCS2024-12-01. Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Trường Đại học Cần Thơ. Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn đến các đồng nghiệp đã hỗ trợ trong việc góp ý thiết kế và chế tạo thiết bị phân loại cỡ hạt sen tươi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Cầm, L. (2023). *Hạt sen tốt cho tim mạch, giảm cân*. http://thanhnien.vn/hat-sen-tot-cho-tim-machgiam-can- 185230622221308969.htm.

Đài, V. (2026). *Quy trình kỹ thuật: thu hái, sơ chế, bảo quản hạt sen*. https://hoasenvandai.vn/quy-trinh-ky-thuat/quy-trinh-ky-thuat-thu-hai-so-che-bao-quan-hat-sen/.

Đình, V. (2025). *Diện tích trồng sen Đồng Tháp vượt 31% chỉ tiêu đến năm 2025*. https://nongnghiepmoitruong.vn/dien-tich-trong-sen-dong-thap-vuot-31-chi-tieu-den-nam-2025-d392889.

Hồng, L. M., My. N. T. T., Nga. N. T., Hồng. T. T., & Kha. L. V. (2009). Quá trình chế biến hạt sen đóng hộp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 10*, 245-254.

Hữu, N. T., & Khang, D. V. (2019). *Tính toán thiết kế máy tách vỏ xanh và vỏ lụa hạt sen năng suất 5 kg/giờ* (Luận văn tốt nghiệp), Đại học Cần Thơ

Langkapin, J., Parnsakhorn, S., & Kalsirisilp, R. (2022). Design and Fabrication of Lotus Seeds Sizing Machine. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal, 14 (1)*, 103-116.

Langkapin, J., Parnsakhorn, S., Kalsirisilp, R., Samseemoung, G., Pookamkong, M., & Suwanwijit, P. (2020). Study and Testing of Lotus Seeds Sizing Unit. *Journal of Engineering, RMUTT, 18*(1), 121-130.

Nghĩa, H. (2024). *Hương sen Đồng Tháp bay xa*. https://nhandan.vn/huong-sen-dong-thap-bay-xa-post809953.html.

Thủy, N., & Thanh, B. (2023). Những sản phẩm độc đáo trong đời sống từ sen. https://hanoimoi.vn/bai-3-nhung-san-pham-doc-dao-trong-doi-song-tu-sen-636349.html

Thưởng, H. T., Tân, N. H., Lan. T. N. P., Khanh. H. Q., & Hưng, L. P. (2019). Thiết kế và chế tạo bộ phận cắt vỏ hạt sen tươi. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, 17 (7), 33-39*.

Thưởng, H. T., Nghĩa, H. V., Hưng. L. P., Tân, N. H., Tài, N. V., Liệt, P. Q., & Khanh, H. Q. (2021). Thiết kế và chế tạo bộ phận cắt vỏ hạt sen tươi. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, 19, 76-81*.