

MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG LÝ HÓA VÀ TÍNH NĂNG CỦA TINH BỘT HẠT MÍT (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Quách Tấn Năng, Lê Thị Hồng Thúy, Nguyễn Thị Lương, Phạm Huy Vũ,
Phạm Duy Thúy Vy, Huỳnh Thị Lê Dung*

Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: dunghtl@huit.edu.vn

Ngày nhận bài: 16/4/2024; Ngày nhận bài sửa: 10/5/2024; Ngày chấp nhận đăng: 15/5/2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá các tính chất hóa lý và chức năng của tinh bột hạt mít (JS) nhằm xác định khả năng ứng dụng của nó như một nguồn thay thế cho các loại tinh bột phổ biến. Kết quả phân tích cho thấy JS có hàm lượng amylose và amylopectin lần lượt là 23,65% và 76,35%. Theo phân loại của Lideboom, JS thuộc nhóm tinh bột có kích thước hạt trung bình ($9,14 \pm 3,21 \mu\text{m}$). Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) cho thấy hình thái hạt JS tương đồng với tinh bột tinh bột sản thương phẩm (SS). Phổ FTIR của JS xác nhận sự hiện diện của các nhóm chức đặc trưng của tinh bột. Giảm độ XRD cho thấy JS có cấu trúc kết tinh loại A với ba đỉnh đặc trưng tại $2\theta \approx 15,1^\circ$, $17,0^\circ$ và $18,1^\circ$, cùng một phản xạ phụ tại $2\theta \approx 23,1^\circ$. JS có nhiệt độ hồ hóa cao hơn và khoảng nhiệt độ hồ hóa hẹp hơn so với SS, cho thấy cấu trúc hạt chặt chẽ hơn và sự phân bố kích thước hạt đồng đều hơn. Khi nhiệt độ tăng, độ hòa tan và khả năng trương nở của tinh bột tăng, trong khi độ nhớt sau hồ hóa có xu hướng giảm. Những kết quả này cho thấy tinh bột hạt mít có tiềm năng trở thành nguồn nguyên liệu thay thế trong các ứng dụng công nghiệp thực phẩm và dược phẩm.

Từ khóa: Amylose, độ hòa tan, khả năng trương nở, tinh bột hạt mít, tinh bột sản.

1. MỞ ĐẦU

Mít (*Artocarpus heterophyllus*) là loài cây nhiệt đới có giá trị kinh tế cao, phân bố rộng rãi tại các khu vực có khí hậu nóng ẩm như Nam Á, Đông Nam Á và một số vùng châu Phi [1, 2]. Ở Việt Nam, loại cây này được trồng phổ biến và cho năng suất ổn định quanh năm. Tuy nhiên, trong chuỗi chế biến, phần hạt, chiếm tỷ lệ đáng kể trong khối lượng quả, vẫn chưa được khai thác hiệu quả, dù chứa hàm lượng đáng kể các hợp chất dinh dưỡng, đặc biệt là carbohydrate [3]. Việc tận dụng nguồn phụ phẩm này vì vậy đang thu hút sự quan tâm trong bối cảnh phát triển kinh tế tuần hoàn và giảm thiểu lãng phí sinh khối.

Tinh bột đóng vai trò là một trong những dạng dự trữ năng lượng quan trọng của thực vật, hiện diện rộng rãi trong nhiều nhóm nguyên liệu như ngũ cốc, củ và hạt [4]. Về bản chất, hệ tinh bột được cấu thành từ hai đại phân tử chính là amylose và amylopectin, với tỷ lệ thay đổi tùy thuộc vào nguồn gốc sinh học [5]. Sự khác biệt về thành phần này, cùng với hình thái và kích thước hạt, quyết định đặc tính cấu trúc cũng như hành vi của tinh bột trong các quá trình công nghệ [4, 6].

Các tính chất chức năng của tinh bột, bao gồm khả năng hút nước, mức độ trương nở, độ hòa tan và đặc tính lưu biến, chịu ảnh hưởng trực tiếp từ tổ chức vi mô và sự sắp xếp phân tử bên trong hạt. Những yếu tố này có vai trò quan trọng trong việc xác định hiệu quả ứng dụng của tinh bột trong các hệ thực phẩm và vật liệu sinh học [4]. Trước nhu cầu ngày càng tăng đối với các nguyên liệu có nguồn gốc tự nhiên và thân thiện môi trường, việc tìm kiếm các nguồn tinh bột mới với đặc tính riêng biệt đang trở thành hướng nghiên cứu đáng chú ý.

Trong những năm gần đây, tinh bột thu nhận từ các nguồn phi truyền thống, đặc biệt là hạt của các loại trái cây, đã được nghiên cứu như một lựa chọn thay thế tiềm năng. Đối với hạt mít, một số công trình đã chỉ ra rằng tinh bột từ nguồn này có các đặc điểm cấu trúc và tính chất chức năng phù hợp cho nhiều ứng dụng khác nhau [1, 7-9]. Tuy nhiên, các đặc tính này có thể thay đổi đáng kể tùy theo điều

kiện sinh trưởng, giống cây và vùng địa lý [2,7], do đó cần có các nghiên cứu cụ thể cho từng nguồn nguyên liệu.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân tích các đặc trưng lý hóa và tính chất chức năng của tinh bột tách chiết từ hạt mít nghệ trồng tại Việt Nam, qua đó đánh giá khả năng ứng dụng của nguồn tinh bột này trong lĩnh vực thực phẩm và các ngành công nghiệp liên quan.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Hạt mít (*Artocarpus heterophyllus* L.), thuộc giống mít nghệ Việt Nam, được thu nhận từ các cơ sở chế biến mít tại huyện Tân Phú, tỉnh Đồng Nai. Sau khi thu gom, nguyên liệu được sử dụng cho quá trình tách chiết tinh bột.

Các hóa chất sử dụng trong nghiên cứu đều đạt độ tinh khiết phân tích (analytical grade), được cung cấp bởi hãng Xilong (Trung Quốc). Tinh bột sản thương phẩm của Công ty TNHH Tân Phát (TP. Hồ Chí Minh) được sử dụng làm mẫu đối chứng trong các thí nghiệm so sánh.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Tách và thu nhận tinh bột hạt mít

Tinh bột hạt mít được thu nhận theo quy trình cải tiến từ phương pháp của Lê Thị Hồng Thúy và cộng sự [10]. Hạt mít tươi sau khi loại bỏ lớp vỏ ngoài được xử lý trong dung dịch NaOH 0,25% trong 2 giờ nhằm loại bỏ lớp vỏ lụa. Nguyên liệu sau xử lý được rửa sạch và nghiền trong môi trường nước có bổ sung NaHSO₃ 0,1% với tỷ lệ nguyên liệu/dung môi là 1:5 (khối lượng/thể tích). Hỗn hợp sau nghiền được tách pha ngay để loại bỏ dịch bào, phần huyền phù được lọc qua vải nhằm loại bỏ bã xơ. Dịch lọc được để lắng trong khoảng 16 giờ, sau đó thu phần tinh bột lắng. Khối tinh bột tiếp tục được phân tán lại trong nước và thực hiện quá trình rửa lắng lặp lại ba lần nhằm tăng độ tinh sạch. Cuối cùng, tinh bột được rửa bằng ethanol và sấy khô ở 50 °C trong 14 giờ để thu sản phẩm dạng bột.

2.2.2. Phân tích các thành phần chính của tinh bột

Thành phần hóa học cơ bản của tinh bột được xác định theo các phương pháp tiêu chuẩn AOAC [11]. Độ ẩm được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi ở 105 °C; hàm lượng lipid được xác định bằng chiết Soxhlet với dung môi hexan; hàm lượng tro được xác định bằng phương pháp nung ở 550 °C; protein tổng số được xác định theo phương pháp Kjeldahl (hệ số chuyển đổi N × 6,25). Hàm lượng amylose được xác định bằng phương pháp so màu; hàm lượng amylopectin = 100 – hàm lượng amylose. Hàm lượng carbohydrate tổng được tính theo công thức:

$$\% \text{ Carbohydrate} = 100 - (\% \text{ độ ẩm} + \% \text{ tro} + \% \text{ protein} + \% \text{ lipid})$$

2.2.3. Đặc trưng lý hóa của tinh bột

Hình thái bề mặt hạt tinh bột được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM). Cấu trúc nhóm chức được phân tích bằng phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) trong vùng số sóng 4000-400 cm⁻¹. Cấu trúc tinh thể được xác định bằng nhiễu xạ tia X (XRD) với nguồn CuK α ($\lambda = 0,15406$ nm), trong khoảng góc quét 2θ từ 5° đến 80°.

Phân bố kích thước hạt được xác định bằng phương pháp tán xạ laser. Các thông số nhiệt của quá trình hồ hóa được xác định bằng phân tích nhiệt lượng quét vi sai (DSC), trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ phòng đến 140 °C với tốc độ gia nhiệt 2 °C/phút trong môi trường khí trơ.

2.2.4. Tính năng của tinh bột

Khả năng trương nở và độ hoà tan xác định theo phương pháp của Kittipongpatana và cộng sự [12]. Cân 2,0 g tinh bột được phân tán trong 98 g nước cất, sau đó gia nhiệt trong bể điều nhiệt ở các mức nhiệt độ khảo sát (50, 60, 70, 80 và 90 °C) trong 30 phút, kết hợp khuấy liên tục để đảm bảo phân tán đồng nhất. Sau khi gia nhiệt, mẫu được ly tâm ở tốc độ 4.000 vòng/phút trong 15 phút để tách pha rắn và pha lỏng. Phần cặn và dịch nổi được tách riêng, sau đó sấy khô ở 110 °C trong 5 giờ để xác định khối lượng tương ứng. Khả năng trương nở (g/g) và độ hòa tan (%) được tính toán dựa trên sự thay đổi khối lượng trước và sau xử lý nhiệt.

Độ nhớt của hồ tinh bột được xác định sau khi hồ hóa hoàn toàn mẫu. Huyền phù tinh bột được chuẩn bị sao cho tổng khối lượng tinh bột và nước đạt 200 g, sau đó gia nhiệt đến sôi và duy trì trong 10 phút để đảm bảo hồ hóa hoàn toàn. Phép đo độ nhớt được thực hiện bằng nhớt kế quay Brookfield với tốc độ quay 100 vòng/phút, sử dụng spindle RV-3. Nhiệt độ đo được kiểm soát ổn định trong suốt quá trình nhằm đảm bảo độ lặp lại của kết quả [13].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần chính của tinh bột

Hiệu suất thu nhận tinh bột từ hạt mít đạt khoảng 27,11% tính theo khối lượng phần thịt hạt sau khi loại bỏ các lớp vỏ. Thành phần hóa học của hai mẫu tinh bột được trình bày trong Bảng 1 cho thấy tinh bột hạt mít (JS) có độ ẩm, hàm lượng tro, lipid và xơ thô thấp hơn so với tinh bột sắn (SS). Ngược lại, hàm lượng carbohydrate của JS cao hơn SS, điều này cho thấy mức độ tinh sạch của JS vượt trội hơn so với SS thương phẩm.

Hàm lượng amylose (Am) và amylopectin (Ap) là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tính chất ứng dụng của tinh bột, quyết định khả năng tạo màng và có liên quan mật thiết đến các đặc tính như độ nhớt, độ dẻo, độ dai và khả năng trương nở [14]. Thành phần Am và Ap trong tinh bột có sự biến đổi tùy theo nguồn gốc thực vật [4,14]. Kết quả phân tích trong *Bảng 1* cho thấy hàm lượng amylose của tinh bột hạt mít đạt 23,6%, cao hơn so với tinh bột sắn thương phẩm (18,74%), với tỷ lệ amylose/amylopectin lần lượt là 1/3,2 và 1/4,3. Sự khác biệt này phản ánh đặc điểm cấu trúc và tính chất riêng của từng loại tinh bột. Theo nghiên cứu của Souza và cộng sự, hàm lượng amylose trong tinh bột sắn dao động từ 19,7% đến 24,5% [15]. Do đó, giá trị amylose của tinh bột hạt mít cho thấy sự tương đồng đáng kể với một số loại tinh bột sắn phổ biến, gợi mở tiềm năng sử dụng JS như một nguồn nguyên liệu thay thế một phần cho các loại tinh bột thương phẩm từ nguồn thực vật khác.

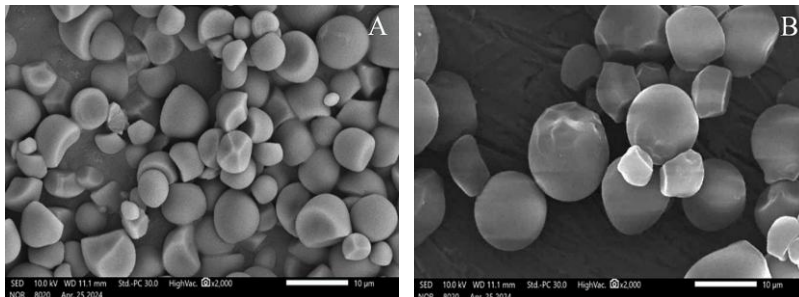
Bảng 1. Thành phần chính của các mẫu tinh bột

STT	Thành phần	Tinh bột hạt mít (JS)	Tinh bột sắn (SS)
1	Độ ẩm (%)	9,40 ± 0,17 ^(*)	11,3 ± 0,26
2	Tro (%)	2,34 ± 0,03 ^(*)	0,87 ± 0,06
3	Protein (%)	0,71 ± 0,14 ^(*)	0,93 ± 0,18
4	Lipid (%)	0,19 ± 0,03 ^(*)	0,28 ± 0,08
5	Xơ thô (%)	0,71 ± 0,18 ^(*)	1,33 ± 0,17
6	Carbohydrate (%)	87,25 ± 0,46 ^(*)	85,29 ± 0,57
7	Amylose (%)	23,65 ± 0,18	18,74 ± 0,25
8	Amylopectin (%)	76,35 ± 0,18	81,26 ± 0,25

(*): Sử dụng kết quả đã công bố trước của nhóm [10]

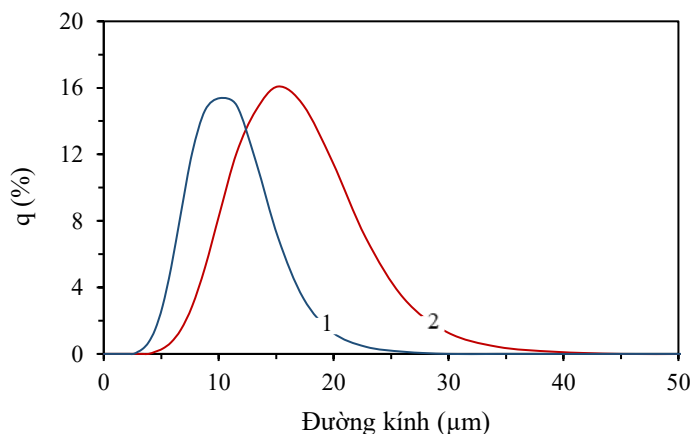
3.2. Hình thái học và phân bố kích thước hạt

Hình ảnh kính hiển vi điện tử quét (SEM) trong Hình 1 cho thấy tinh bột sắn và tinh bột hạt mít đều có dạng hạt hình cầu hoặc bán cầu với bề mặt nhẵn, không xuất hiện khuyết tật, đồng thời các hạt chảy tự do và không kết tụ.



Hình 1. Ảnh SEM (× 2.000) bề mặt hạt JS (A) và SS (B)

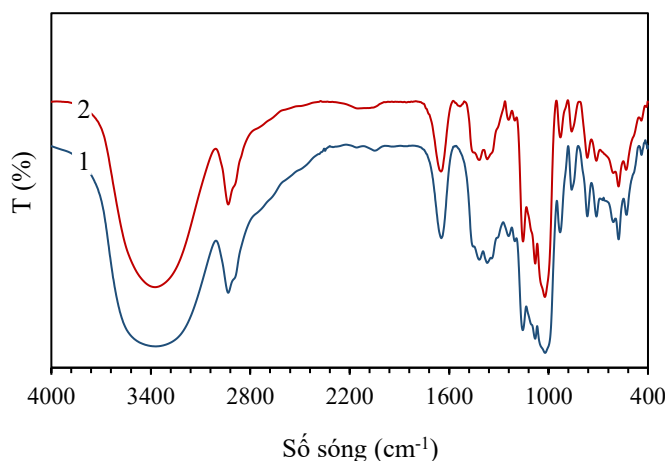
Theo phân loại của Lindeboom và cộng sự, kích thước hạt tinh bột được chia thành bốn nhóm: lớn ($> 25 \mu\text{m}$), trung bình ($10\text{--}25 \mu\text{m}$), nhỏ ($5\text{--}10 \mu\text{m}$) và rất nhỏ ($< 5 \mu\text{m}$) [5]. Dựa trên kết quả phân bố kích thước hạt trong Hình 2, tinh bột hạt mít có kích thước trung bình $9,14 \pm 3,21 \mu\text{m}$, trong khi tinh bột sắn đạt $13,17 \pm 4,10 \mu\text{m}$, cả hai đều thuộc nhóm tinh bột có kích thước nhỏ. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với quan sát từ ảnh SEM trong Hình 1, xác nhận tính nhất quán trong đặc điểm hình thái của các loại tinh bột được nghiên cứu.



Hình 2. Giản đồ phân bố kích thước hạt của JS (1) và SS (2)

3.3. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier

Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) của tinh bột hạt mít (JS) và tinh bột sắn (SS) trong khoảng số sóng $4000\text{--}400 \text{ cm}^{-1}$ (Hình 3) cho thấy sự hiện diện của các nhóm chức đặc trưng trong cấu trúc tinh bột. Cụ thể, dao động uốn của nhóm --CH_2 được quan sát tại $1,461 \text{ cm}^{-1}$, trong khi các dao động kéo bất đối xứng của liên kết C--O--C xuất hiện tại $1,158 \text{ cm}^{-1}$; $1,085 \text{ cm}^{-1}$ và $1,020 \text{ cm}^{-1}$. Các đỉnh hấp thụ tại $2,931 \text{ cm}^{-1}$ và $2,860 \text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho dao động hóa trị bất đối xứng của liên kết C--H , trong khi đỉnh rộng tại $3,494 \text{ cm}^{-1}$ phản ánh dao động hóa trị của liên kết O--H do sự hiện diện của các nhóm hydroxyl trong cấu trúc tinh bột. Phổ FTIR thu được tương đồng với phổ của các loại tinh bột từ nguồn nguyên liệu phổ biến như tinh bột sắn [16], tinh bột ngô [17] và tinh bột khoai tây [18], cho thấy quá trình tách chiết không làm thay đổi các đặc điểm cấu trúc hóa học cơ bản của tinh bột.

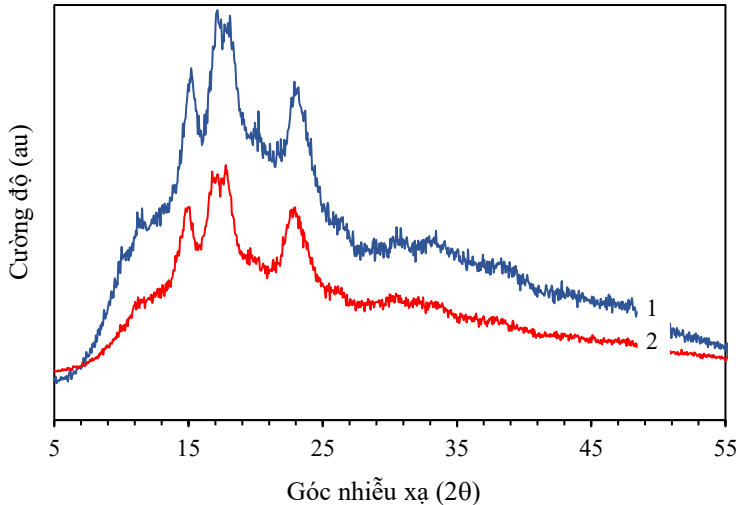


Hình 3. Phổ FTIR của JS (1) và SS (2)

3.4. Nhiễu xạ tia X

Tinh bột tự nhiên tồn tại ở ba dạng đa hình chính là A, B và C, tùy thuộc vào nguồn gốc thực vật. Sự khác biệt giữa đa hình A và B chủ yếu nằm ở mức độ sắp xếp của các xoắn kép trong mạng lưới amylopectin, với đa hình A có cấu trúc xoắn kép chặt chẽ hơn, trong khi đa hình B có cấu trúc kém chặt

chẽ hơn. Đa hình C được xem là trung gian giữa hai dạng trên, kết hợp đặc điểm của cả đa hình A và B [1,6]. Phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) cho thấy các tinh bột có cấu trúc đa hình A đặc trưng với các tín hiệu phản xạ chính tại $2\theta = 15,11^\circ; 17,14^\circ; 18,14^\circ$ và $26,27^\circ$, cùng một số tín hiệu phụ tại $2\theta = 9,98^\circ; 11,19^\circ; 22,93^\circ; 23,68^\circ; 30,30^\circ$ và $33,08^\circ$. Ngược lại, tinh bột có cấu trúc đa hình B thể hiện các tín hiệu đặc trưng tại $2\theta = 5,51^\circ; 14,60^\circ; 16,85^\circ$, với các phản xạ phụ tại $2\theta = 10,01^\circ; 11,02^\circ; 13,85^\circ; 22,30^\circ; 23,71^\circ; 26,16^\circ; 30,61^\circ$ và $33,84^\circ$ [1,2,16,19]. Kết quả phân tích XRD của hai mẫu tinh bột hạt mít (JS) và tinh bột sắn (SS), trình bày trong Hình 4, cho thấy đặc trưng của cấu trúc đa hình A. Cả hai mẫu đều xuất hiện ba tín hiệu phản xạ mạnh tại $2\theta = 15,1^\circ; 17,1^\circ$ và $18,1^\circ$, kèm theo một tín hiệu phụ tại $23,1^\circ$. Điều này hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu trước đây về tinh bột hạt mít [19], tinh bột sắn [16], cũng như các loại tinh bột khác như đậu xanh [19,20] và khoai môn [21]. Kết quả này cho thấy tinh bột hạt mít có tính chất kết tinh tương tự các loại tinh bột phổ biến khác, góp phần khẳng định tiềm năng ứng dụng của nó trong công nghiệp thực phẩm và vật liệu sinh học.



Hình 4. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của JS (1) và SS (2)

3.5. Nhiệt độ hồ hóa

Phân tích nhiệt lượng quét vi sai (DSC) được sử dụng để xác định các thông số nhiệt độ quan trọng của quá trình hồ hóa, bao gồm nhiệt độ bắt đầu (T_o), nhiệt độ đỉnh (T_p), nhiệt độ kết thúc (T_c) và khoảng chênh lệch nhiệt độ hồ hóa ($T_c - T_o$). Kết quả trình bày trong Bảng 2 cho thấy, các giá trị T_o , T_p và T_c của tinh bột hạt mít (JS) lần lượt là $79,32^\circ\text{C}$; $84,06^\circ\text{C}$ và $89,52^\circ\text{C}$, cao hơn đáng kể so với tinh bột sắn (SS) với các giá trị tương ứng là $57,92^\circ\text{C}$; $67,37^\circ\text{C}$ và $76,21^\circ\text{C}$. Sự khác biệt này có thể liên quan đến kích thước hạt nhỏ hơn và cấu trúc chặt chẽ hơn của JS, khiến quá trình thâm nhập nước vào hạt tinh bột diễn ra khó khăn hơn, làm tăng nhiệt độ hồ hóa. Ngoài ra, khoảng nhiệt độ hồ hóa ($T_c - T_o$) của JS ($10,20^\circ\text{C}$) nhỏ hơn so với SS ($18,29^\circ\text{C}$), cho thấy sự phân bố kích thước hạt và hàm lượng amylose trong JS đồng đều hơn. Kết quả này khẳng định rằng khoảng nhiệt độ hồ hóa có mối quan hệ tỷ lệ nghịch với kích thước hạt và hàm lượng amylose trong tinh bột.

Bảng 2. Nhiệt độ hồ hoá (T_o , T_p , T_c) của JS và SS

STT	Loại tinh bột	T_o ($^\circ\text{C}$)	T_p ($^\circ\text{C}$)	T_c ($^\circ\text{C}$)	$T_c - T_o$ ($^\circ\text{C}$)
1	JS	79,32	84,06	89,52	10,20
2	SS	57,92	67,37	76,21	18,29

3.6. Khả năng trương nở và độ hòa tan

Khả năng trương nở và độ hòa tan là hai đặc tính quan trọng của tinh bột, thể hiện sự tương tác giữa vùng kết tinh và vùng vô định hình trong cấu trúc hạt [24]. Kết quả trong Bảng 3 cho thấy hai đặc tính này của SS và JS đều tăng dần theo nhiệt độ. Ở cùng một mức nhiệt độ, SS có khả năng trương nở cao hơn JS. Điều này có thể được giải thích bởi kích thước hạt tinh bột sắn lớn hơn, giúp chúng dễ dàng hút nước và trương nở trong quá trình gia nhiệt. Hơn nữa, sự liên kết giữa phân tử nước và các nhóm

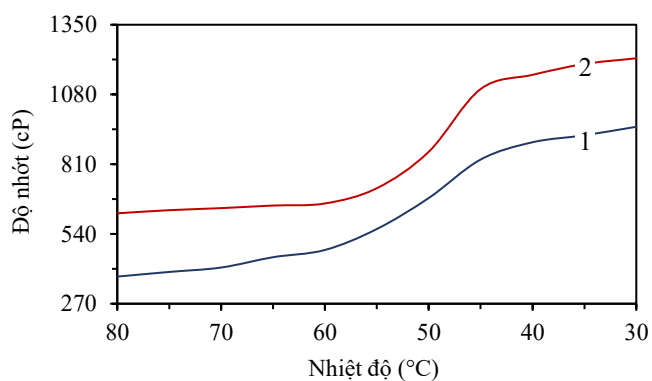
hydroxyl tự do trong cấu trúc amylose và amylopectin thông qua liên kết hydro cũng góp phần làm tăng khả năng trương nở của tinh bột sắn [25]. Trong khoảng nhiệt độ từ 50-60 °C, độ hòa tan của tinh bột hạt mít (1,63–3,16%) tăng nhanh hơn so với tinh bột sắn (1,84–3,20%). Điều này có thể xuất phát từ hàm lượng amylose cao hơn trong tinh bột hạt mít, dẫn đến sự phân tán nhanh hơn của các phân tử tinh bột vào môi trường nước. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng từ 60 °C lên 90 °C, sự gia tăng khả năng trương nở của tinh bột sắn (13,80-158,50 g/g) lớn hơn đáng kể so với tinh bột hạt mít (5,06-61,79 g/g). Nguyên nhân có thể là do tinh bột sắn bắt đầu đạt đến nhiệt độ hồ hóa, làm tăng sự khuếch tán của các chuỗi tinh bột ngắn vào pha nước, dẫn đến sự gia tăng đáng kể về độ hòa tan. Theo nghiên cứu của Kumoro và cộng sự, mặc dù khả năng trương nở cao thường đi kèm với độ hòa tan thấp, nhưng giữa hai thông số này không tồn tại mối quan hệ tuyến tính rõ ràng [25]. Bên cạnh đó, tỷ lệ amylose/amylopectin và kích thước hạt tinh bột cũng là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng trương nở và độ hòa tan của tinh bột [14].

Bảng 3. Khả năng trương nở và độ tan của JS và SS

Nhiệt độ (°C)	Khả năng trương nở (g/g)		Độ hòa tan (%)	
	Tinh bột sắn	Tinh bột hạt mít	Tinh bột sắn	Tinh bột hạt mít
50	7,87 ± 1,22	2,52 ± 1,03	1,84 ± 0,57	1,63 ± 0,61
60	13,80 ± 2,73	5,06 ± 1,87	3,02 ± 0,84	3,16 ± 0,78
70	51,79 ± 5,34	19,36 ± 2,63	10,28 ± 1,27	9,86 ± 1,73
80	127,84 ± 11,28	42,84 ± 5,21	22,64 ± 2,79	20,74 ± 2,53
90	158,50 ± 13,49	61,79 ± 7,33	30,62 ± 3,34	28,06 ± 3,71

3.7. Độ nhớt

Kết quả khảo sát độ nhớt của tinh bột hạt mít (JS) và tinh bột sắn (SS) theo nhiệt độ cho thấy, ở cùng một mức nhiệt độ, độ nhớt của JS thấp hơn so với SS. Khi nhiệt độ tăng từ 80 đến 90°C, độ nhớt của cả hai loại tinh bột đều tăng mạnh, phản ánh quá trình hồ hóa diễn ra hoàn toàn. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Thongprasert (2019) về độ nhớt của tinh bột giống Thái Lan và Zambia [24]. Sự thay đổi độ nhớt của huyền phù tinh bột trong quá trình hồ hóa chủ yếu liên quan đến sự phá vỡ mạng lưới liên kết hydro giữa các phân tử amylose và amylopectin, dẫn đến sự trương nở và giải phóng phân tử tinh bột vào dung dịch [17]. Như đã được Hoover (2001) báo cáo, các loại tinh bột có hàm lượng amylose cao thường có độ nhớt thấp hơn do cấu trúc chặt hơn, hạn chế khả năng hút nước và trương nở [23]. Kết quả này gợi ý rằng tinh bột hạt mít có thể thích hợp cho các ứng dụng cần độ nhớt thấp và ổn định hơn trong quá trình gia nhiệt.



Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ nhớt của JS (1) và SS (2)

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá các tính chất hóa lý và chức năng của tinh bột hạt mít (JS), cho thấy JS có thành phần amylose và amylopectin phù hợp để ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm và dược phẩm. Với kích thước hạt trung bình (9,14 ± 3,21 μm) và cấu trúc kết tinh loại A xác định qua phổ XRD, JS có sự tương đồng về hình thái với tinh bột sắn thương phẩm (SS) nhưng sở hữu nhiệt độ hồ

hóa cao hơn và khoảng nhiệt độ hồ hóa hẹp hơn, phản ánh cấu trúc chặt chẽ hơn. Quá trình hồ hóa của JS đi kèm với sự gia tăng khả năng trương nở và độ hòa tan, trong khi độ nhớt sau hồ hóa có xu hướng giảm, phù hợp với các nghiên cứu trước đây về tinh bột có hàm lượng amylose cao. Những đặc điểm này gợi ý rằng JS có tiềm năng thay thế các nguồn tinh bột phổ biến trong các ứng dụng công nghiệp, đặc biệt trong các lĩnh vực yêu cầu độ nhớt ổn định và khả năng hồ hóa được kiểm soát.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này do Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 161/HĐ-DCT ngày 31 tháng 08 năm 2023.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Mukprasirt and K. Sajjaanantakul, “Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) compared with modified starches”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 39, no. 3, pp. 271–276, 2004, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00781.x>
- [2] M. Madruga, F. Albuquerque, L. Silva, D. Amaral, M. Magnani, and V. Neto, “Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seed starch”, *Food Chem.*, vol. 143, pp. 440–445, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.003>
- [3] J. Chen, Y. Liang, X. Li, L. Chen, and F. Xie, “Supramolecular structure of jackfruit seed starch and its relationship with digestibility and physicochemical properties”, *Carbohydr. Polym.*, vol. 150, pp. 269–277, 2016, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.05.030>
- [4] S. C. Alcázar-Alay and M. A. A. Meireles, “Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources”, *Food Sci. Technol.*, vol. 35, no. 2, pp. 215–236, 2015, <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6749>
- [5] N. Lindeboom, P. R. Chang, and R. T. Tyler, “Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: A review”, *Starch/Stärke*, vol. 56, no. 3–4, pp. 89–99, 2004, <https://doi.org/10.1002/star.200300218>
- [6] R. F. Tester, J. Karkalas, and X. J. Qi, “Starch—composition, fine structure and architecture”, *J. Cereal Sci.*, vol. 39, pp. 151–165, 2004, <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2003.12.001>
- [7] D. L. M. Aldana, B. T. Gómez, M. M. M. Oca, S. G. S. Ayerdi, F. G. Meraz, and L. A. B. Pérez, “Isolation and characterization of Mexican jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seed starch in two mature stages”, *Starch/Stärke*, vol. 63, pp. 364–372, 2011, <https://doi.org/10.1002/star.201100008>
- [8] L. A. Bello-Pérez, F. J. García-Suárez, G. Méndez-Montecalvo, J. R. Oliveira do Nascimento, F. M. Lajolo, and B. R. Cordenunsi, “Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: A novel starch for application in food industry”, *Starch/Stärke*, vol. 58, no. 6, pp. 283–291, 2006, <https://doi.org/10.1002/star.200500455>
- [9] O. S. Lawal and K. O. Adebawale, “Physicochemical characteristics and thermal properties of chemically modified jack bean (*Canavalia ensiformis*) starch”, *Carbohydr. Polym.*, vol. 60, no. 3, pp. 331–341, 2005, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.01.011>
- [10] L. T. H. Thúy, N. T. Tùng, N. V. Khôi, V. T. Hương, N. A. Thu, and N. T. Lương, “Một số đặc tính hóa lý của tinh bột carboxymethyl tổng hợp từ tinh bột hạt mít”, *Tap chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn*, vol. 9, pp. 75–80, 2019.
- [11] AOAC, *Official Methods of Analysis*, Gaithersburg, MD, USA, 2005.
- [12] N. Kittipongpatana, J. Suwakon, and O. Kittipongpatana, “Preparation of cross-linked carboxymethyl jackfruit starch and evaluation as a tablet disintegrant”, *Pak. J. Pharm. Sci.*, vol. 24, no. 4, pp. 415–420, 2011.
- [13] T. Szychaj, M. Zdanowicz, J. Kujawa, and B. Schmidt, “Carboxymethyl starch with high degree of substitution: Synthesis, properties and application”, *Polimery*, vol. 58, no. 7–8, pp. 501–511, 2013. <https://doi.org/10.14314/polimery.2013.503>

- [14] M. Schirmer, A. Höchstätter, M. Jekle, E. Arendt, and T. Becker, “Physicochemical and morphological characterization of different starches with variable amylose/amylopectin ratio”, *Food Hydrocoll.*, vol. 32, no. 1, pp. 52–63, 2013, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.11.032>
- [15] A. C. Souza, R. Benze, E. S. Ferrão, C. Ditchfield, A. Vieira-Coelho, and C. C. Tadini, “Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature”, *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 46, no. 1, pp. 110–117, 2012, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.018>
- [16] B. Klein, N. L. Vanier, K. Moomand, V. Z. Pinto, R. Colussi, E. R. Zavareze, and A. R. G. Dias, “Ozone oxidation of cassava starch in aqueous solution at different pH”, *Food Chem.*, vol. 155, pp. 167–173, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.058>
- [17] X. Zhang, X. Liu, and W. Li, “Synthesis and applied properties of carboxymethyl cornstarch”, *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 89, no. 11, pp. 3016–3020, 2003, <https://doi.org/10.1002/app.12438>
- [18] Y. Bi, M. Liu, L. Wu, and D. Cui, “Synthesis of carboxymethyl potato starch and comparison of optimal reaction conditions from different sources”, *Polym. Adv. Technol.*, vol. 19, no. 9, pp. 1185–1192, 2008, <https://doi.org/10.1002/pat.1102>
- [19] P. Phrukwiwattanukul, S. Wichienchot, and P. Sirivongpaisal, “Comparative studies on physicochemical properties of starches from jackfruit seed and mung bean”, *Int. J. Food Prop.*, vol. 17, no. 9, pp. 1965–1976, 2014, <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.775151>
- [20] H. M. Thao and A. Noomhorm, “Physicochemical properties of sweet potato and mung bean starch and their blends for noodle production”, *J. Food Process. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 105–131, 2011, <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000105>
- [21] L. A. Andrade, N. A. Barbosa, and J. Pereira, “Extraction and properties of starches from the non-traditional vegetables yam and taro”, *Polimeros*, vol. 27, no. 2, pp. 151–157, 2017, <https://doi.org/10.1590/0104-1428.04216>
- [22] N. K. Genkina, V. I. Kiseleva, and T. Noda, “Comparative investigation on acid hydrolysis of sweet potato starches with different amylopectin chain-length”, *Starch/Stärke*, vol. 61, no. 6, pp. 321–325, 2009, <https://doi.org/10.1002/star.200800097>
- [23] N. Singh, J. Singh, L. Kaur, N. S. Sodhi, and B. S. Gill, “Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources”, *Food Chem.*, vol. 81, no. 2, pp. 219–231, 2003, [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00416-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00416-8)
- [24] H. Kusumayanti, N. A. Handayani, and H. Santosa, “Swelling power and water solubility of cassava and sweet potatoes flour”, *Procedia Environ. Sci.*, vol. 23, pp. 164–167, 2015, <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.025>
- [25] A. C. Kumoro, D. S. Retnowati, C. S. Budiayati, T. Manurung, and H. Soedarto, “Water solubility, swelling and gelatinization properties of raw and ginger oil modified gadung (*Dioscorea hispida*) flour”, *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 17, pp. 2854–2860, 2012.

ABSTRACT

PHYSICOCHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF JACKFRUIT SEEDS STARCH (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Quach Tan Nang, Le Thi Hong Thuy, Nguyen Thi Luong, Pham Huy Vu,
Pham Duy Thuy Vy, Huynh Thi Le Dung*

Ho Chi Minh City University of Industry and Trade

*Email: dunghtl@huit.edu.vn

This study evaluates the physicochemical properties and functional characteristics of jackfruit seed starch (JS) to determine its potential as an alternative to common starches. The analysis results

show that JS has an amylose and amylopectin content of 23.65% and 76.35%, respectively. According to Lideboom's classification, JS falls into medium-sized starch granules ($9.14 \pm 3.21 \mu\text{m}$). Scanning electron microscopy (SEM) reveals that the morphology of JS granules is similar to that of commercial cassava starch (SS). The FTIR spectrum of JS confirms the presence of characteristic functional groups of starch. The XRD pattern indicates that JS has an A-type crystalline structure with three main peaks at $2\theta \approx 15.1^\circ$, 17.0° , and 18.1° , along with a secondary reflection at $2\theta \approx 23.1^\circ$. JS exhibits a higher gelatinization temperature and a narrower gelatinization range than SS, indicating a more compact granule structure and a more uniform particle size distribution. As the temperature increases, the solubility and swelling power of JS also increase, while the viscosity after gelatinization tends to decrease. These findings suggest that jackfruit seed starch has the potential to serve as a viable alternative raw material for applications in the food and pharmaceutical industries.

Keywords: Amylose, solubility, swelling ability, jackfruit seed starch, tapioca starch.