

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ ĐẾN ĐẶC TÍNH HÓA LÝ CỦA TINH BỘT SẮN

Nguyễn Tiến Dũng, Lê Thị Hồng Thuý,
Võ Minh Thảo, Quách Tấn Năng, Nguyễn Thị Lương*

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: luongnt@hufi.edu.vn

Ngày nhận bài: 18/11/2022; Ngày chấp nhận đăng: 01/3/2023

TÓM TẮT

Tinh bột sắn ngày nay không chỉ là lương thực, thực phẩm mà còn được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp như thực phẩm, dược phẩm, hóa mỹ phẩm và các ngành công nghiệp nhẹ như bánh kẹo, sợi tổng hợp, màng bảo quản ăn được, v.v. Trong các ứng dụng này, tinh bột sắn được hồ hóa bằng cách đun nóng trong nước là phương pháp chế biến thường được áp dụng. Quá trình này dẫn đến sự trương nở và phá vỡ hạt cũng như hòa tan các phân tử amylose khỏi hạt tinh bột. Do đó, ảnh hưởng đến nhiệt độ hồ hóa, độ hòa tan, khả năng trương nở và độ nhớt của dung dịch tinh bột sắn, đây là những tính chất quan trọng quyết định các tính năng sản phẩm được tạo ra. Sử dụng giản đồ phân tích nhiệt DSC chỉ ra tinh bột sắn có khoảng chuyển nhiệt độ ($T_c - T_o$) với nhiệt độ đầu (T_o), nhiệt độ đỉnh (T_p) và nhiệt độ cuối (T_e) trong quá trình hồ hóa. Từ đó làm cơ sở khảo sát và đánh giá sự thay đổi của khả năng trương nở, độ hòa tan và độ nhớt của tinh bột sắn ở các khoảng nhiệt độ ($T_c - T_o$) trên, đồng thời các tính chất này cũng đánh giá khả năng tạo gel, thủy phân, tạo màng và mức độ tương tác của các tiểu phân tinh bột trong quá trình chế biến. Từ đó lựa chọn nhiệt độ thích hợp để kiểm soát hoặc sửa đổi đặc tính hóa lý của tinh bột sắn định hướng ứng dụng trong thực phẩm.

Từ khóa: Độ hòa tan, khả năng trương nở, độ nhớt, nhiệt lượng quét vi sai, nhiệt độ hồ hóa, tinh bột sắn.

1. MỞ ĐẦU

Tinh bột là một trong những nguồn polysaccharide tự nhiên dồi dào nhất và có khả năng tái tạo cao; được lấy từ các nguồn chủ yếu là lúa mì, sắn, ngô và khoai tây. Đây là loại polymer tự nhiên có khả năng phân hủy sinh học và khả năng biến đổi hóa học tốt, có khả năng ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực [1]. Tinh bột không những là nguồn thực phẩm nuôi sống con người mà còn là một trong những nguyên liệu quan trọng cho nhiều ngành công nghiệp như thực phẩm, dược phẩm, vật liệu, giấy, dệt, keo dán nhờ những tính chất đặc trưng của nó [2].

Tại Việt Nam, Theo báo cáo của Cục Trồng trọt (Bộ NN&PTNT), sắn và các sản phẩm từ sắn là một trong 13 sản phẩm nông sản chủ lực xuất khẩu của Việt Nam với kim ngạch xuất khẩu 1,35 tỷ USD/năm, đứng thứ 2 thế giới chỉ sau Thái Lan. Ngoài việc sử dụng trực tiếp như một loại lương thực, sắn còn được sử dụng để sản xuất tinh bột. Tinh bột sắn có độ nở, khả năng hồ hóa và độ hòa tan cao, đồng thời có thành phần amylopectin cao nên có độ nhớt cao, xu hướng thoái hóa thấp và độ bền gel cao. Độ trong cao và vị nhạt của tinh bột sắn thích hợp để sử dụng trong công nghiệp thực phẩm. Các đặc tính của bột nhão và gel tạo ra từ các quá trình gia nhiệt, có thể là cơ sở để lựa chọn, đánh giá loại tinh bột sắn phù hợp cho các ứng dụng công nghiệp, đặc biệt dùng trong thực phẩm và bảo quản trái cây sau thu hoạch [3–5].

Quá trình hồ hóa tinh bột có liên quan đến sự phá vỡ cấu trúc hạt làm cho các phân tử tinh bột hòa tan trong nước và do đó, đây là một trong những tính chất độc đáo và quan trọng nhất của tinh bột. Nhiều sản phẩm thực phẩm chứa các hạt tinh bột được nấu chín một phần góp phần tạo nên các đặc tính cấu trúc và chức năng của chúng. Do đó, điều quan trọng là phải hiểu sự phụ thuộc vào thời gian và nhiệt độ của sự thay đổi cấu trúc tinh bột trong nước để mô tả các quá trình hồ hóa, đặc biệt là cấu trúc hạt thay đổi như thế nào và cách các polymer amylose và amylopectin hoạt động ở các nhiệt độ nước khác nhau [6].

Nếu các hạt tinh bột vẫn ở trạng thái nguyên vẹn tự nhiên ban đầu, thì hầu hết các ứng dụng sẽ không sử dụng đến trạng thái tinh bột này. Tinh bột tự nhiên không tan trong nước lạnh; tuy nhiên thực hiện quá trình gia nhiệt khi có mặt của nước, các hạt hấp thụ nước và trương nở, phá vỡ liên kết hydro, tăng kích thước hạt và các hạt tinh thể tan ra, dẫn đến chuyển động phân tử tăng lên, cuối cùng dẫn đến sự phân tách hoàn toàn amylose và amylopectin. Tinh bột ở dạng phân tán trong nước, các chất phân tán được gia nhiệt, các hạt sẽ ngày càng lớn hơn cho đến khi cuối cùng mất đi tính toàn vẹn và bản sắc của chúng; làm mất tính ổn định cấu trúc tinh thể, dẫn đến mất khả năng lưỡng chiết; hiện tượng trương nở, hồ hóa và hòa tan hạt tinh bột xảy ra ảnh hưởng đến tính chất của cả pha liên tục và pha phân tán, và sự phát triển dạng sệt. Các đặc tính của bột nhão và gel tạo ra từ các quá trình gia nhiệt, có thể là cơ sở để lựa chọn, đánh giá tinh bột sắn phù hợp cho các ứng dụng công nghiệp [1, 5–7].

Độ trương nở của tinh bột sắn trong nước là một đặc điểm cấu trúc quan trọng để xác định tính phù hợp cho các ứng dụng của tinh bột sắn và bột sắn. Tinh bột có thể trải qua các giai đoạn trương nở khác nhau từ sự hút nước của vùng vô định hình hạt tinh bột đến sự phân hủy của hạt. Kích thước vật lý của hạt trương nở lớn hơn nhiều lần so với kích thước ban đầu của nó và mất đi tính kết tinh tự nhiên. Khả năng trương nở cao là một thuận lợi khi sử dụng các loại tinh bột này như một phụ gia làm đầy trong công nghiệp thực phẩm. Khả năng trương nở và độ hòa tan là hai tính năng đặc trưng cho mức độ tương tác giữa hai vùng tinh thể và vô định hình của tinh bột [4, 8].

Độ hòa tan của tinh bột trong nước là một trong những tính chất quan trọng và cần thiết cho phép đánh giá khả năng tạo gel, thủy phân, tạo màng,... của tinh bột. Độ hòa tan trong nước có thể được giải thích là khối lượng tinh bột tối đa có thể hòa tan trong một thể tích nước cụ thể. Theo Collado và cộng sự, tinh bột có độ hòa tan trong nước thấp và giá trị ổn định được ưu tiên làm nguyên liệu thô trong sản xuất mì [9]. Mặt khác, các loại tinh bột tiền hồ hóa hòa tan nhanh chóng phù hợp trong sản xuất thực phẩm mềm, chẳng hạn như bánh pudding ăn liền, nhân bánh, súp và kem phủ bánh. Khả năng hòa tan trong nước của tinh bột cho thấy bằng chứng về tương tác vật lý (lực liên kết) giữa các phân tử nước và các phân tử tinh thể của chuỗi tinh bột [1].

Quá trình hồ hóa xảy ra trong một khoảng nhiệt độ và phụ thuộc vào loại tinh bột và sự biến đổi của nó. Sự thay đổi rõ ràng nhất khi hồ hóa tinh bột là sự gia tăng đáng kể độ nhớt. Theo dõi độ nhớt thông qua các quá trình gia nhiệt và hồ hóa được sử dụng để mô tả các loại tinh bột khác nhau. Độ nhớt được xem là tính chất rất quan trọng của tinh bột có ảnh hưởng đến chất lượng và kết cấu của nhiều sản phẩm thực phẩm. Phân tử tinh bột có nhiều nhóm hydroxyl có khả năng liên kết được với nhau làm cho phân tử tinh bột tập hợp lại, giữ nhiều nước hơn khiến cho dung dịch có độ đặc, độ dính, độ dẻo và độ nhớt cao hơn [10]. Nhiệt độ là một trong những tác nhân làm cho tương tác của các phân tử tinh bột thay đổi do đó làm thay đổi độ nhớt của hồ tinh bột [4, 11].

Các đặc tính hóa lý khác nhau của tinh bột sắn có những ưu điểm và nhược điểm khi bị hồ hóa dưới sự ảnh hưởng của nhiệt độ. Trong các sản phẩm thực phẩm, các hạt tinh bột dưới các điều kiện nhiệt độ và các hoạt động tiểu phân khác nhau dẫn đến các hạt có các giai đoạn hồ hóa một phần và toàn bộ khác nhau; những điều này ảnh hưởng chung đến các đặc tính hóa lý của sản phẩm. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu là khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến một

số đặc tính hóa lý của tinh bột sẵn làm cơ sở kiểm soát hoặc sửa đổi đặc tính hóa lý của tinh bột sẵn định hướng ứng dụng trong thực phẩm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Tinh bột sắn thương phẩm do nhà máy tinh bột mì Quảng Ngãi cung cấp (độ ẩm < 13%; tinh bột ≥ 85,0%, tro ≤ 0,20%; xơ ≤ 0,10%; tạp chất ≤ 0,10%). Chuẩn amylose ($A_m:A_p = 100:0$), chuẩn amylopectin ($A_m : A_p = 0:100$) của Sigma-Aldrich Pte Ltd (Singapore); n - propanol của Aladdin (Trung Quốc); Dimetylsulfoxit (DMSO), Iodine, Potassium iodide và Methanol của XiLong Chemical (Trung Quốc).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nhiệt độ hồ hóa của tinh bột

Nhiệt độ hồ hóa của tinh bột được xác định bằng phương pháp nhiệt lượng quét vi sai (DSC) trên thiết bị DSC 131, Setaram (Pháp) trong không khí với tốc độ gia nhiệt 2°C/phút từ nhiệt độ phòng đến 140°C, tỷ lệ khối lượng tinh bột : nước là 1 : 4.

Khả năng trương nở và độ hòa tan

Khả năng trương nở và độ hoà tan xác định theo phương pháp của Nisit và cộng sự [12]. Cân 2 g tinh bột vào bình định mức và dùng nước cất định mức tới 100 mL, đưa vào nồi cách thuỷ ở các nhiệt độ khảo sát trong 30 phút, khuấy đều. Sau đó ly tâm với tốc độ 4000 vòng/phút trong 15 phút thu được hai phần: tinh bột kết lắng và nước dịch, đem sấy khô cả 2 phần riêng biệt để xác định khả năng trương nở và độ hoà tan của tinh bột.

- Khả năng trương nở (g/g mẫu) của tinh bột tính theo công thức:

$$SP = \frac{m_1}{m_2}$$

Trong đó: m_1 : khối lượng tinh bột sau ly tâm (g);

m_2 : khối lượng tinh bột sau ly tâm đã sấy khô (g).

- Độ hoà tan (%) tính theo công thức:

$$WSI = \frac{m_3}{m} \times 100$$

Trong đó: m_3 : khối lượng chất hoà tan trong dung dịch sau ly tâm (g);

m: khối lượng mẫu thử.

Độ nhớt

Độ nhớt xác định theo phương pháp của Spychaj và cộng sự [13]. Hoà tan một lượng tinh bột xác định vào nước cất, sao cho tổng khối lượng nước và tinh bột là 500g. Nhiệt độ của hỗn hợp huyền phù tinh bột được ổn định bằng cách đặt trong bể điều nhiệt trong 15 phút. Thực hiện phép đo độ nhớt bằng nhớt kế quay Brookfield (Mỹ) với tốc độ khuấy 100 vòng/phút, kim đo RV-3.

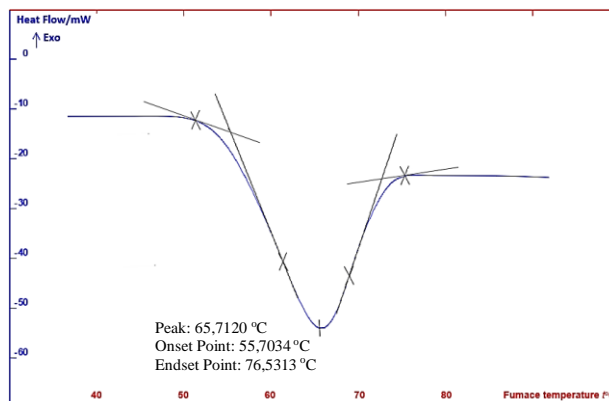
Phân tích dữ liệu

Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần, kết quả được xử lý và đánh giá độ lệch chuẩn bằng phần mềm MS. Excel 2010.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nhiệt lượng quét vi sai (DSC)

Giản đồ phân tích nhiệt DSC của tinh bột sắn tự nhiên được biểu diễn trên Hình 1 cho thấy tinh bột sắn có nhiệt độ đầu (T_o) là $55,7^\circ\text{C}$; nhiệt độ đỉnh (T_p) là $65,7^\circ\text{C}$; nhiệt độ cuối (T_e) là $76,5^\circ\text{C}$ và khoảng chuyển nhiệt độ ($T_e - T_o$) là $20,8^\circ\text{C}$. Kết quả về nhiệt độ hồ hóa của tinh bột sắn cho thấy có sự tương đồng với các nghiên cứu công bố trước đây với các khoảng nhiệt độ của ba điểm $T_o - T_p - T_e$ lần lượt là $(56,33-63,00) - (62,00-71,29) - (69,10-78,70)$ [5, 14–16].

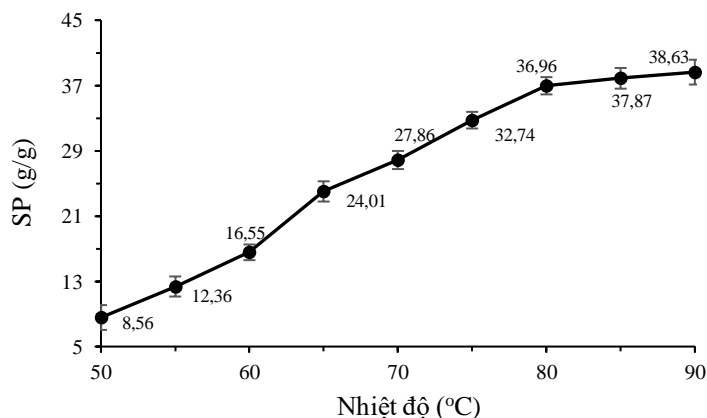


Hình 1. Giản đồ DSC của tinh bột sắn

Sự khác biệt nhỏ về các giá trị T_o , T_p , T_e của các giống tinh bột sắn khác nhau được giải thích là do khác nhau về hàm lượng cũng như độ dài các chuỗi amylose và amylopectin [17]. Trong quá trình hồ hóa các hạt tinh bột nở ra và nhanh chóng mất cấu trúc bán tinh thể khi đun nóng huyền phù tinh bột đến nhiệt độ nhất định. Sự mất cấu trúc tinh thể bên trong hạt tinh bột có thể dẫn đến nhiều thay đổi về đặc tính chức năng của chúng bao gồm khả năng trương nở, độ hòa tan và độ nhớt của tinh bột [18, 19].

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng trương nở

Khả năng trương nở và độ hòa tan là hai tính năng đặc trưng cho sự tương tác giữa hai vùng tinh thể và vô định hình của tinh bột [20]. Ngoài ra, hai tính năng này còn bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ amylose/amylopectin và kích thước hạt [21]. Theo nghiên cứu của Kruger và cộng sự, khả năng trương nở lại tỷ lệ nghịch với hàm lượng amylopectin [22].

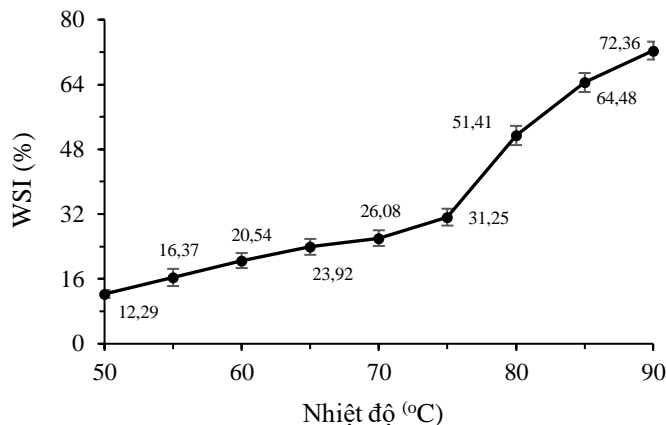


Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng trương nở

Hình 2 cho thấy khả năng trương nở của tinh bột sắn tăng khi tăng nhiệt độ và giá trị này thể hiện tính ổn định hơn khi tăng nhiệt độ của dung dịch tinh bột lớn hơn nhiệt độ cuối (T_e) của nhiệt độ hồ hóa ($76,5^\circ\text{C}$). Kết quả này được giải thích rằng ở mỗi nhiệt độ trong quá trình gia nhiệt, các hạt thể hiện các giai đoạn giãn nở khác nhau. Trước nhiệt độ hồ hóa, một số hạt chưa bị trương nở hoàn toàn và quá trình trương nở chỉ hoàn thành khi nhiệt độ gia nhiệt lớn hơn giá trị nhiệt độ cuối T_e của khoảng nhiệt độ hồ hóa, lúc này hạt tinh bột bắt đầu bị vỡ ra và dần xếp xuống và mất tính nguyên vẹn của bề mặt hạt [23]. Theo Charles và cộng sự, khả năng trương nở của tinh bột sắn thường tăng từ 27,2% đến 42,3% khi nhiệt độ tăng từ 80 đến 90°C [24], tuy nhiên Onitilo và cộng sự cho thấy khả năng trương nở của dung dịch tinh bột sắn hồ hóa đạt đến 16,9% khi tăng nhiệt độ đến 80°C [25]. Sự khác biệt giữa các kết quả nghiên cứu được cho là sự khác biệt về tỷ lệ amylose/amylopectin trong tinh bột.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan trình bày trên Hình 3 cho thấy độ hòa tan của huyền phù tinh bột sắn tăng đều khi nhiệt độ tăng từ 50 đến 75°C ; khi nhiệt độ lớn hơn 75°C , độ hòa tan tăng mạnh từ 31,25% đến 72,36% (ở 90°C). Kết quả này chứng tỏ rằng tinh bột sau khi hồ hóa hoàn toàn (ở vùng nhiệt độ $>76,5^\circ\text{C}$) có độ hòa tan cao hơn hẳn so với trước và trong quá trình hồ hóa. Theo nghiên cứu của Kruger và cộng sự, độ hòa tan của tinh bột có mối quan hệ tỷ lệ nghịch với hàm lượng amylose [22]; đồng thời Ojogbo và cộng sự cho rằng độ hòa tan của các phân tử bị ảnh hưởng nhiều bởi các liên kết hydro được thiết lập giữa các chuỗi hạt tinh bột bởi các nhóm hydroxyl, các liên kết hydro đã bị phá vỡ khi gia nhiệt làm cho độ hòa tan tăng lên và độ kết tinh giảm [26]. Theo Kumoro và cộng sự, khả năng trương nở lớn hơn cho độ hòa tan cao hơn, tuy nhiên, không có mối tương quan trực tiếp giữa khả năng trương nở và độ hòa tan [27].

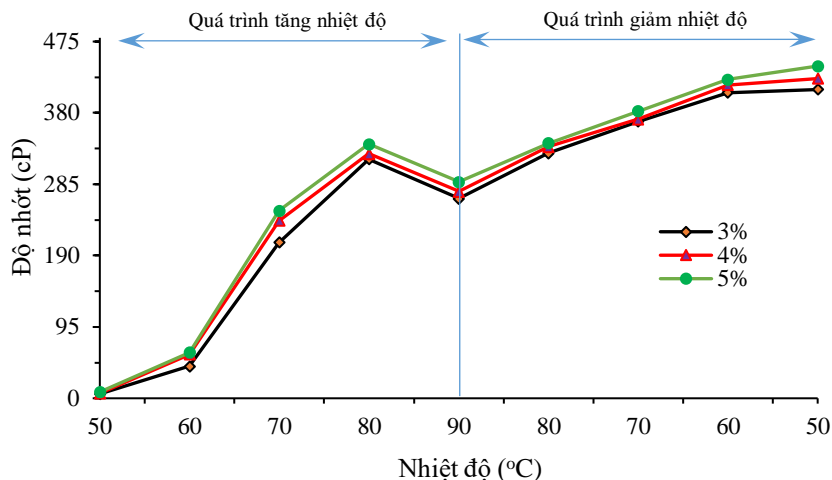


Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan của tinh bột sắn

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ nhớt

Độ nhớt là tính chất quan trọng của tinh bột có ảnh hưởng đến chất lượng và kết cấu của nhiều sản phẩm. Phân tử tinh bột có nhiều nhóm hydroxyl có khả năng liên kết được với nhau làm cho phân tử tinh bột tập hợp lại giữ nhiều nước hơn khiến cho dung dịch có độ nhớt cao. Hình 4 cho thấy dung dịch huyền phù có nồng độ lớn có độ nhớt cao hơn, tuy nhiên độ nhớt của cả ba dung dịch khi xét ở cùng một nhiệt độ không khác nhau nhiều (chênh lệch nhiều nhất khoảng 16% tại 70°C trong quá trình tăng nhiệt độ); độ nhớt hồ tinh bột tăng mạnh trong khoảng nhiệt độ $60-80^\circ\text{C}$, lớn hơn 80°C , độ nhớt lại giảm. Điều này được giải thích là do khi tăng nhiệt độ, khả năng trương nở tăng, việc rửa trôi amylose ra khỏi hạt là nguyên nhân một phần làm tăng độ nhớt của huyền phù tinh bột [23]. Thire và cộng sự cho rằng, các hạt tinh bột đường như không bị hư hại ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ hồ hóa cũng là nguyên nhân góp phần

làm tăng độ nhớt của huyền phù tinh bột [28]. Khi nhiệt độ lớn hơn 80°C, quá trình hồ hóa đã hoàn thành, hạt đạt độ trương nở tối đa và sự phân hủy của hạt bắt đầu xảy ra nhanh hơn, các liên kết hydro cũng giảm do đó độ nhớt cũng giảm theo [23].



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ nhớt

Khi hạ nhiệt độ từ 90°C về 50°C, độ nhớt của hồ tinh bột tăng trở lại. Kết luận này hoàn toàn tương đồng với kết quả của Volkert và cộng sự khi nghiên cứu về độ nhớt của tinh bột ngô và khoai tây [29]. Sự thay đổi độ nhớt của huyền phù tinh bột đã hồ hóa trong quá trình hạ nhiệt độ làm xuất hiện quá trình gel hóa của tinh bột do thay đổi sự sắp xếp của các hạt thông qua liên kết hydro của amylose và amylopectin tạo thành cấu trúc mạng ba chiều [30]. Khi kích thước hạt tinh bột và hàm lượng amylose càng lớn thì tốc độ gel càng nhanh và độ nhớt càng lớn [19].

4. KẾT LUẬN

Các kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến các tính chất hóa lý của tinh bột sắn có sự phù hợp và liên quan chặt chẽ. Kết quả đo DSC chỉ ra bột sắn có khoảng chuyển nhiệt độ ($T_e - T_o$) là 10,2°C với nhiệt độ đầu (T_o), nhiệt độ đỉnh (T_p) và nhiệt độ cuối (T_e) lần lượt là 55,7°C; 65,7°C; và 76,5°C. Từ đó, làm cơ sở khẳng định ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự thay đổi khả năng trương nở, độ hòa tan hay độ nhớt của tinh bột sắn đều liên quan đến các vùng nhiệt độ trên. Khả năng trương nở và độ hòa tan của tinh bột sắn đều tăng khi nhiệt độ tăng, bắt đầu thay đổi nhiều ở nhiệt độ đầu T_o (55,7°C) đặc biệt khi nhiệt độ gia tăng lớn hơn nhiệt độ cuối T_e (76,5°C) thì độ hòa tan tăng mạnh và quá trình trương nở gần như hoàn toàn. Độ nhớt của tinh bột hồ hóa tăng khi tăng nhiệt độ nhưng bắt đầu giảm khi đến nhiệt độ cuối T_e (76,5°C) và tăng lại khi hạ nhiệt độ xuống nhiệt độ đầu T_o (55,7°C). Các kết quả có thể bổ sung cho các hiện tượng thực nghiệm hiện có về ảnh hưởng của nhiệt độ đến tính chất của tinh bột và cơ sở giải thích về cơ chế tác động của nhiệt độ đối với tinh bột. Đồng thời, kết quả cũng có thể cung cấp tài liệu tham khảo cho việc sử dụng nhiệt trong chế biến tinh bột và nghiên cứu cấu trúc hạt tinh bột.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này do Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 83/HĐ-DCT ngày 10 tháng 06 năm 2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kumoro A. C., Retnowati D. S., Ratnawati R., Widiyanti M. - Estimation of aqueous solubility of starch from various botanical sources using Flory Huggins theory approach. *Chemical Engineering Communications* **208** (5) (2021) 1-12. <https://doi.org/10.1080/00986445.2019.1691539>.
2. Zhong Y., Godwin P., Jin Y. - Biodegradable polymers and green-based antimicrobial packaging materials: A mini-review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research* **3** (1) (2020) 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2019.11.002>.
3. Hoàng Kim Anh, Ngô Kế Srong, Nguyễn Xích Liên. - Tinh bột sắn và các sản phẩm từ tinh bột sắn. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật (2005).
4. Dangaran K., Tomasula P. M., Qi P.- Structure and function of starch-based edible films and coatings. In: *Edible films and coatings for food applications*. Springer New York (2009) 113–134. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1>.
5. Chisenga S. M., Workneh T. S., Bultosa G., Laing M. - Characterization of physicochemical properties of starches from improved cassava varieties grown in Zambia. *AIMS Agriculture and Food* **4** (4) (2019) 939-966. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.4.939>.
6. Ratnayake W. S., Jackson D. S., Ratnayake W. S., Jackson D. S. - Gelatinization and solubility of corn starch during heating in excess water: new insights. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry* **54** (10) (2006) 3712-3716. <https://doi.org/10.1021/jf0529114>.
7. Zhong Y., Godwin P., Jin Y., Xiao H. - Biodegradable polymers and green-based antimicrobial packaging materials: A mini-review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research* **3** (1) (2020) 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2019.11.002>.
8. Kusumayanti H., Handayani N. A., Santosa H. - Swelling power and water solubility of cassava and sweet potatoes flour. *Procedia Environmental Sciences* **23** (2015) 164-167. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2015.01.025>.
9. Collado L. S., Mabesa L. B., Oates C. G., Corke H. - Bihon type noodles from heat moisture treated sweet potato starch. *Journal of Food Science* **66** (4) (2001) 604-609. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb04608.x>.
10. Yuniar, Margaretty E., Fadarina, Anerasari M., Febriana I. - The effect of reaction time and ph on the process of sago starch. *Journal of Physics: Conference Series* **1167** (1) (2019) 012053. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1167/1/012053>.
11. Nguyen Van Khoi, Nguyen Kim Ha, Nguyen Quang Huy - Modification of tapioca starch by hydrochloric acid for pharmaceutical applications. *Proceedings of International Scientific Conference on Chemistry for Development and Integration* (2008) 909-915.
12. Kittipongpatana N., Janta S., Kittipongpatana O. - Preparation of cross-linked carboxymethyl jackfrui starch and evaluation az a tablet disintegrant. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* **24** (4) (2011) 415-20.
13. Spycha T., Zdanowicz M., Kujawa J., Schmidt B. - Carboxymethyl starch with high degree of substitution: Synthesis, properties and application. *Polimery* **58** (7-8) (2013) 503-511. <https://doi.org/10.14314/polimery.2013.503>.
14. Paes S. S., Yakimets I., Mitchell J. R. - Influence of gelatinization process on functional properties of cassava starch films. *Food Hydrocolloids* **22** (5) (2008) 788-797. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.03.008>.
15. Beninca C., Colman T. A. D., Lacerda L. G., Filho M. A. S.C., Demiate I. M., Bannach

- G., Schnitzler E. - Thermal, rheological, and structural behaviors of natural and modified cassava starch granules, with sodium hypochlorite solutions. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* **111** (3) (2013) 2217-2222. <https://doi.org/10.1007/s10973-012-2592-z>.
16. Lacerda L. G., Azevedo J. A. M, Filho M. A. D, Carvalho S., Demiate I. M, Schnitzler E., Vandenberghe V., Soccol C. - Thermal characterization of partially hydrolyzed cassava (*Manihot esculenta*) starch granules. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **51** (6) (2008) 1209-1215. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000600016>.
17. Jane J., Chen Y. Y., Lee L. F., McPherson A. E., Wong K. S., Radosavljevic M., Kasemsuwan T. - Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chemistry* **76** (5) (1999) 629-637. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1999.76.5.629>.
18. Genkina N. K., Kiseleva V. I., Noda T., - Comparative investigation on acid hydrolysis of sweet potato starches with different amylopectin chain-length. *Starch/Staerke* **61** (6) (2009) 321-325. <https://doi.org/10.1002/star.200800097>.
19. Narpinder S., Jaspreet S., Lovedeep K., Navdeep S. S., Balmeet S. G. - Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry* **81** (2003) 1-31. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00416-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00416-8).
20. Kusumayanti H., Handayani N. A., Santosa H. - Swelling power and water solubility of cassava and sweet potatoes flour. *Procedia Environmental Sciences* **23** (2015) 164-167. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.025>.
21. Chan H. T., Bhat R., Karim A. A. - Physicochemical and functional properties of ozone-oxidized starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57** (13) (2009) 5965-5970. <https://doi.org/10.1021/jf9008789>.
22. Wheatley C., Chuzel G., Zakhia N. - Cassava: The nature of the tuber. In *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Academic Press (2003) 964-969.
23. Paes S. S., Yakimets I., Mitchell J. R. - Influence of gelatinization process on functional properties of cassava starch films. *Food Hydrocolloids* **22** (5) (2008) 788-797. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.03.008>.
24. Charles A. L., Chang Y. H., Ko W. C., Sriroth K., Huang T. C. - Influence of amylopectin structure and amylose content on the gelling properties of five cultivars of cassava starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53** (7) (2005) 2717-2725. <https://doi.org/10.1021/jf048376+>.
25. Onitilo A. C., Sanni M. O., Daniel I. O., Maziya-Dixon B., Dixon A. G. O. - Physicochemical and functional properties of native starches from cassava varieties in Southwest Nigeria. *Journal of Food Agriculture and Environment* **5** (34) (2007) 108-114.
26. Ojogbo T., Ogunsona E. O., Mekonnen T. H. - Chemical and physical modifications of starch for renewable polymeric materials. *Materials Today Sustainability* **7-8** (2020) 100028. <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2019.100028>.
27. Kumoro A.C., Retnowati D. A., Budiyati C. R., Manurung T, Siswanto - Water solubility, swelling and gelatinization properties of raw and ginger oil modified gadung (*Dioscorea hispida Dennst*) flour. *Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* **4** (17) (2012) 2854-2860.
28. Thiré R. M. S. M., Simão R. A., Andrade C. T. - High resolution imaging of the microstructure of maize starch films. *Carbohydrate Polymers* **54** (2) (2003) 149-158. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(03\)00167-X](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(03)00167-X).
29. Volkert B., Loth F., Lazik W., Engelhardt J. - Highly substituted carboxymethyl starch. *Starch/Staerke* **56** (7) (2004) 307-314. <https://doi.org/10.1002/star.200300266>.

30. Song C. G., Baik M. Y., Kim B. Y. - Rheological properties of native maize, waxy maize, and acetylated maize starches, and applications in the development of food products. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* **56** (1) (2013) 63-68.
<https://doi.org/10.1007/s13765-012-2142-1>.

ABSTRACT

EFFECT OF TEMPERATURE ON CHEMICAL PROPERTIES OF CASSAVA STARCH

Nguyen Tien Dung, Le The Hong Thuy,
Vo Minh Thao, Quach Tan Nang, Nguyen Thi Luong*
Ho Chi Minh City University of Food Industry
*Email: luongnt@hufi.edu.vn

Today's tapioca starch is not only a food but also widely used in industries such as food, pharmaceuticals, chemical cosmetics, and light industries such as confectionery, synthetic fibers, edible film preservation, etc. In these applications, cassava starch gelatinized by heating in water is the commonly used processing method. This process leads to the swelling and disintegration of the granules and the dissolution of amylose molecules from the starch granules. Thus, affecting the gelatinization temperature, solubility, swelling capacity, and viscosity of the starch, are important properties that determine the product features produced. DSC thermal analysis diagram shows that tapioca starch has a temperature transition range ($T_e - T_o$) with initial temperature (T_o), peak temperature (T_p), and end temperature (T_e) during gelatinization. From there, as a basis to survey and evaluate the change of swelling ability, solubility, and viscosity of tapioca starch at the above temperature ranges ($T_e - T_o$). These properties were also evaluated for their ability to gel, hydrolyze, form films, and interact with starch granules during processing. From there, select the appropriate temperature to control or modify the physicochemical properties of cassava starch for application in food.

Keywords: Cassava starch, edible film, gelatinization temperature, solubility, swelling capacity.