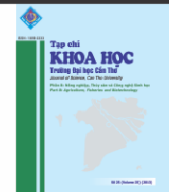




Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ  
website: [sj.ctu.edu.vn](http://sj.ctu.edu.vn)



## ẢNH HƯỞNG CỦA PHƯƠNG PHÁP LIÊN KẾT NGANG ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT LÝ HÓA CỦA TINH BỘT SẴN

Nguyễn Nhật Minh Phương<sup>1</sup> và Dương Thị Phượng Liên<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 09/06/2014

Ngày chấp nhận: 30/12/2014

### Title:

Effect of cross-linking method on the physicochemical properties of cassava starch

### Từ khóa:

Tinh bột sắn, biến hình tinh bột, liên kết ngang

### Keywords:

Cassava starch, starch modification, cross-linking

### ABSTRACT

Cassava starch was chemically modified by cross-linking with sodium trimetaphosphate (STMP)/sodium tripolyphosphate (STPP) (99/1, w/w). The physicochemical properties of the cross-linked cassava starch were investigated as function of the degree of cross-linking. The study was carried based on changing the amounts of agents (0-12%), reaction temperature (40-50 oC), reaction time (1-3 h) and pH (5-11). The degree of polymerization (Pn), solubility (%) and paste clarity (%T<sub>650</sub>) were examined as the parameters to evaluate the degree of cross-linking. The results showed that the levels of agents, reaction temperature, reaction time and pH significantly modified natural starches to obtain the chemically modified starches with different properties and functionality. Degree of polymerization increased in accordance with increasing the levels of agents, reaction temperature, reaction time and pH. Whereas, the solubility and paste clarity decreased when increasing the concentration of agents, reaction temperature, reaction time and pH.

### TÓM TẮT

Tinh bột sắn được biến hình bằng phương pháp tạo liên kết ngang với tác nhân sodium trimetaphosphate (STMP)/sodium tripolyphosphate (STPP) (99/1, w/w). Tính chất lý hóa của tinh bột sắn liên kết ngang được khảo sát dựa vào sự thay đổi mức độ liên kết ngang. Nghiên cứu được tiến hành trên cơ sở thay đổi nồng độ tác nhân từ 0 - 12%; thay đổi nhiệt độ từ 40 - 50 °C, thời gian phản ứng từ 1- 3 giờ và môi trường biến hình có pH từ 5 - 11. Mức độ trùng hợp (Pn), độ hòa tan (%) và độ trong dung dịch hồ tinh bột (%T<sub>650</sub>) được ghi nhận như là các chỉ tiêu để đánh giá mức độ biến hình của tinh bột sắn. Kết quả cho thấy nồng độ tác nhân, nhiệt độ, thời gian và pH đều ảnh hưởng có ý nghĩa đến khả năng biến hình tinh bột, tạo ra tinh bột có tính chất lý hóa hoàn toàn khác. Mức độ trùng hợp của tinh bột sắn sau khi biến hình gia tăng cùng với sự gia tăng nồng độ tác nhân, nhiệt độ, thời gian và pH. Ngược lại, tính chất về độ hòa tan và độ trong dung dịch hồ tinh bột giảm đáng kể.

## 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Tinh bột có vai trò dinh dưỡng đặc biệt vì trong quá trình tiêu hóa chúng bị thủy phân thành đường glucose là chất tạo nên nguồn calo chính của thực

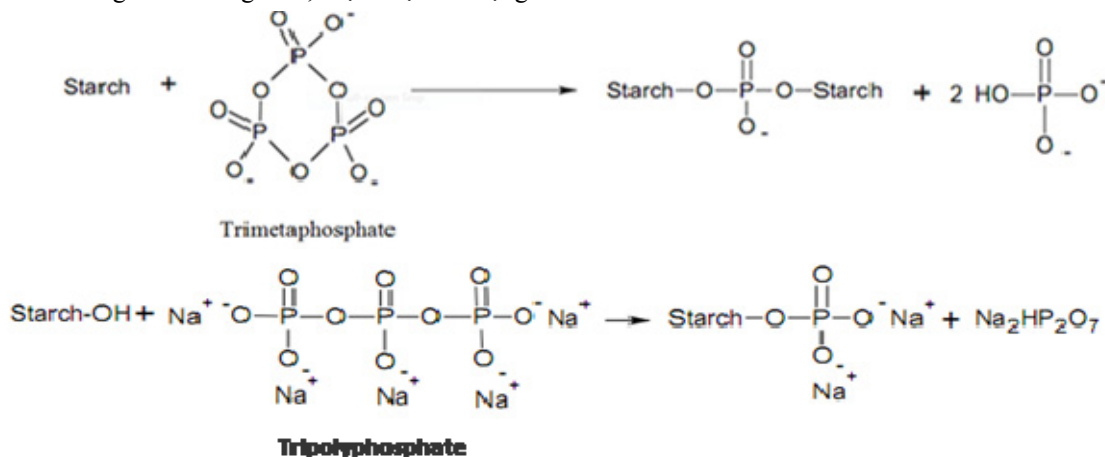
phẩm cho con người. Tinh bột giữ vai trò quan trọng trong công nghiệp thực phẩm do những tính chất lý hóa của chúng. Tinh bột thường được dùng làm chất tạo độ nhớt, sánh cho thực phẩm dạng

lông, là tác nhân làm bền cho thực phẩm dạng keo, là các yếu tố kết dính và làm đặc tạo độ cứng và độ đàn hồi cho nhiều thực phẩm (Lê Ngọc Tú và *ctv.*, 2000).

Tinh bột là polysaccharide khối lượng phân tử cao gồm các đơn vị glucose được nối với nhau bởi các liên kết  $\alpha$ -glycozide, có công thức phân tử là  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , ở đây n có thể từ vài trăm đến vài ngàn (Courtin, 2008). Trong thực vật, tinh bột thường ở dạng không hoà tan trong nước. Do đó có thể tích tụ một lượng lớn ở trong tế bào mà vẫn không ảnh hưởng đến áp suất thẩm thấu. Tinh bột không phải là một chất riêng biệt, nó bao gồm hai thành phần là amylose và amylopectin. Amylose là polyme mạch thẳng, chuỗi dài từ 500-2.000 đơn vị glucose, liên kết nhau bởi liên kết  $\alpha$ -1,4 glycozide. Amylopectin là polyme mạch nhánh, ngoài mạch chính có liên kết  $\alpha$ -1,4 glycozide còn có nhánh liên kết với mạch chính bằng liên kết  $\alpha$ -1,6 glycozide. Mỗi liên kết nhánh này làm cho phân tử công kềnh hơn, chiều dài của chuỗi mạch nhánh này khoảng 25-30 đơn vị glucose. Phân tử amylopectin có thể chứa tới 100.000 đơn vị glucose. Hai chất này khác nhau nhiều về tính chất lý học và hóa học và chúng qui định nên tính chất lý hóa của tinh bột (Courtin, 2008).

Trong thực tế tinh bột nguyên thủy ít được sử dụng trong công nghiệp thực phẩm vì cấu trúc thường yếu và các chức năng thường bị giới hạn trong tiến bộ kỹ thuật thực phẩm ví dụ việc ổn định cấu trúc trong môi trường acid, chịu được tác động

cơ học và thời gian nấu kéo dài (Lê Ngọc Tú, 2000). Vì vậy, tinh bột được biến hình để giúp ngăn cản những thay đổi không mong muốn về cấu trúc, cảm quan cũng như sự thoái hóa hoặc phân hủy tinh bột trong quá trình chế biến và tồn trữ (Miyazaki và *ctv.*, 2006). Các tính chất “sẵn có” của tinh bột có thể thay đổi nếu chúng bị biến hình để thu được những tính chất mới, thậm chí hoàn toàn mới lạ. Việc thay đổi các tính chất có thể thực hiện bằng các phản ứng hóa học khác nhau như thủy phân, oxy hóa, ether hóa, ester hóa, liên kết ngang (Jayakody và Hoover, 2002). Trong số các phương pháp trên, liên kết ngang thường được sử dụng để biến hình tinh bột. Tinh bột biến hình liên kết ngang được xử lý với một số tác nhân như sodium trimetaphosphate (STMP), sodium tripolyphosphate (STPP), epichlorohydrin (EPI) và phosphoryl clorua ( $POCl_3$ ). Các tác nhân này có khả năng hình thành hoặc ether hoặc ester nối liên kết giữa các nhóm hydroxyl (-OH) trên cùng một phân tử hay giữa các phân tử tinh bột với nhau (Hình 1) (Rutenberg và Solarek, 1984) nhằm tạo ra tinh bột biến hình dai hơn, dòn hơn, cứng hơn, chịu được acid, nhiệt và lực cắt hơn tinh bột tự nhiên. Trong nghiên cứu này, tinh bột được biến hình bằng cách tạo liên kết ngang theo phương pháp của Woo và Seib (2002). Các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ liên kết ngang như loại tinh bột, loại tác nhân, thành phần, nồng độ, nhiệt độ, thời gian, pH (Chung và *ctv.*, 2004; Lim và Seib, 1993) cũng được khảo sát.



Hình 1: Một số phản ứng tinh bột tạo liên kết ngang với nhóm phosphate

Nguồn: Cui và *ctv.*, 2005

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Phương tiện nghiên cứu

Tinh bột sắn (100% tinh bột, Fine Food - công ty TNHH METRO Cash & Carry Việt Nam) được mua bên ngoài thị trường dành cho các thí nghiệm. Tác nhân sodium trimetaphosphate ( $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ ), sodium tripolyphosphate ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) được cung cấp từ công ty Sigma-Aldrich (Trung Quốc). Các hóa chất phân tích khác như HCl,  $\text{KIO}_4$ , Ethylen Glycol, NaOH,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ , molybdate... có xuất xứ từ Trung Quốc. Đề tài được tiến hành tại Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ với các trang thiết bị được bố trí như máy quang phổ, máy ly tâm, máy phân tích ẩm, tủ sấy, bể điều nhiệt.

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Số liệu thu thập được xử lý, vẽ đồ thị, tính độ lệch chuẩn (STDEV) bằng phần mềm Microsoft Office Excel 2003; Phân tích ANOVA với kiểm định LSD để so sánh trung bình các nghiệm thức bằng chương trình Stagraphics 15.2.11.0.

Nội dung nghiên cứu bao gồm các thí nghiệm theo sau:

#### 2.2.1 *Khảo sát ảnh hưởng nồng độ STMP/STPP đến một số tính chất lý hóa của tinh bột sắn biến hình bằng phương pháp tạo liên kết ngang*

Tinh bột biến hình được chuẩn bị theo phương pháp của Woo và Seib (2002) (Hình 2). Cân 100 g tinh bột sắn hòa trộn với STMP/STPP (99/1, w/w) với 3 mức độ khác nhau: 4, 8 và 12%, thêm 140 ml nước trộn đều, điều chỉnh đến pH khoảng 10,5

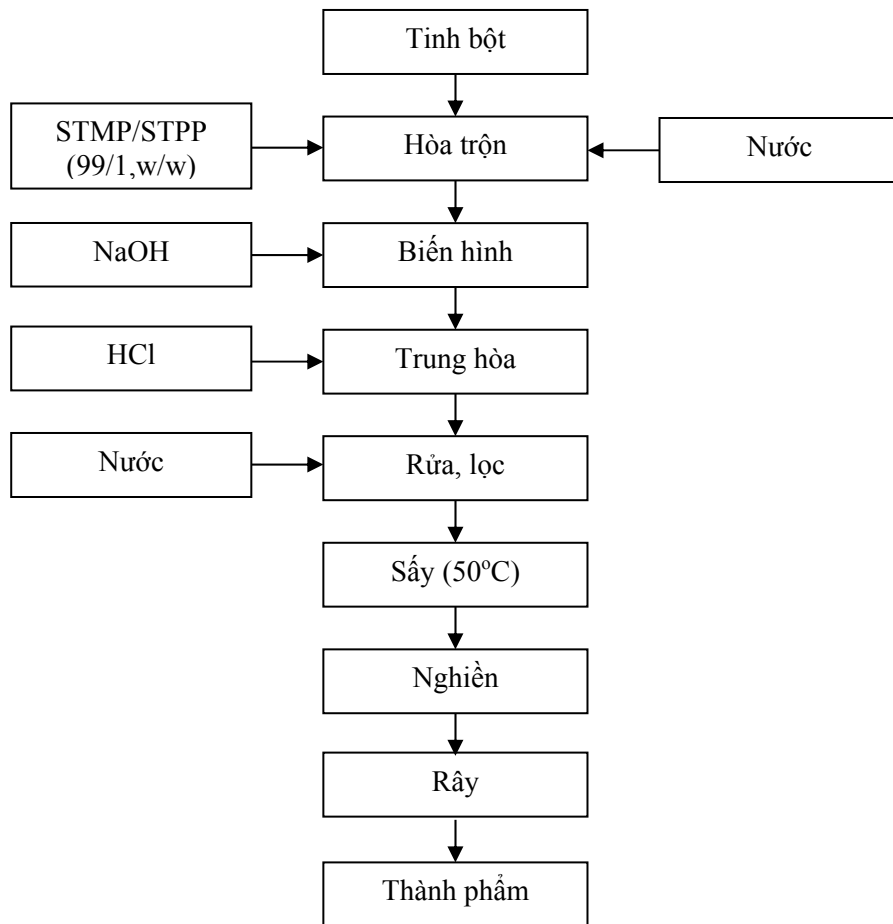
bằng NaOH 0,1N; tiến hành biến hình ở nhiệt độ 45°C trong thời gian 3 giờ. Sau khi kết thúc thời gian biến hình trung hòa bằng HCl 0,1N đến pH trung tính, rửa nhiều lần với nước; sau đó lọc rồi đem sấy khô ở 50°C và nghiền mịn để thu được thành phẩm có độ ẩm khoảng 12%. Song song tiến hành mẫu đối chứng trong cùng điều kiện nhưng không sử dụng tác nhân tạo liên kết ngang.

#### 2.2.2 *Khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ và thời gian biến hình đến một số tính chất lý hóa của tinh bột sắn bằng phương pháp tạo liên kết ngang*

Thí nghiệm được tiến hành tương tự các bước ở thí nghiệm 1. Tuy nhiên, nồng độ STMP/STPP cho thí nghiệm 2 là nồng độ được chọn từ thí nghiệm 1. Điều chỉnh đến pH khoảng 10,5 bằng NaOH 0,1N. Thay đổi nhiệt độ (40, 45 và 50°C) và thời gian biến hình (1, 2 và 3 giờ). Sau khi kết thúc thời gian biến hình trung hòa bằng HCl 0,1N đến pH trung tính, rửa nhiều lần với nước; sau đó lọc rồi đem sấy khô ở 50°C, nghiền mịn để thu được thành phẩm có độ ẩm khoảng 12%. Song song tiến hành mẫu đối chứng trong cùng điều kiện bố trí thí nghiệm nhưng không gia nhiệt.

#### 2.2.3 *Khảo sát ảnh hưởng pH (môi trường biến hình) đến một số tính chất lý hóa của tinh bột sắn bằng phương pháp tạo liên kết ngang*

Thí nghiệm được tiến hành tương tự các bước ở thí nghiệm 1. Thời gian và nhiệt độ biến hình được chọn theo kết quả từ thí nghiệm 2. Tuy nhiên, ở thí nghiệm này pH được điều chỉnh ở các mức 5, 7 và 11 (điều chỉnh bằng HCl 0,1N, NaOH 0,1N). Sau khi kết thúc thời gian biến hình trung hòa đến pH trung tính, rửa nhiều lần với nước; sau đó lọc rồi đem sấy khô ở 50°C và nghiền mịn để thu được thành phẩm có độ ẩm khoảng 12%. Song song tiến hành mẫu đối chứng với pH tự nhiên (không điều chỉnh pH) trong cùng điều kiện bố trí thí nghiệm.



**Hình 2: Quy trình biến hình tinh bột bằng phương pháp tạo liên kết ngang theo Woo và Seib (2002)**

**2.3 Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp phân tích**

*2.3.1 Mức độ trùng hợp, Pn (Hay và ctv., 1965)*

Dưới tác dụng của Potassium Periodate (KIO<sub>4</sub>), mạch tinh bột sẽ bị oxy hóa nhóm cuối khử tạo ra 2 acid formic (HCOOH) và nhóm cuối không khử tạo ra 1 acid formic trong cùng 1 mạch tinh bột. Để định lượng acid formic sinh ra, dùng dung dịch NaOH 0,1N chuẩn độ bằng chỉ thị metyl đỏ 0,1% với dung dịch ethylene glycol đến khi xuất hiện màu vàng không đổi trong 1 phút. Từ lượng acid được tạo thành tính được mức độ trùng hợp.

*2.3.2 Độ hòa tan, % (Schoch, 1964)*

Hòa tan tinh bột khô trong nước tạo thành dung dịch hồ tinh bột. Gia nhiệt dung dịch hồ tinh bột ở nhiệt độ 80°C trong thời gian 20 phút. Đem dung dịch hồ tinh bột ly tâm thu phần lỏng phía trên ống ly tâm cho vào cốc nhôm và đem sấy ở nhiệt độ

105°C đến khối lượng không đổi. Xác định khối lượng còn lại trong cốc nhôm. Tính độ hòa tan theo công thức:

$$\text{ĐHT (\%)} = m'/m$$

Trong đó:

m': khối lượng của sản phẩm sau khi sấy đến khối lượng không đổi, g

m: khối lượng tinh bột ban đầu, g

*2.3.3 Độ trong dung dịch hồ tinh bột, %T<sub>650</sub> (Reddy và Seib, 1999)*

Cân 0,05 gam tinh bột cho vào ống nghiệm thêm vào 5ml nước cất, đậy nắp ống nghiệm và đun nóng ở nhiệt độ 95°C trong 30 phút và cứ 5 phút lắc đều một lần. Sau đó làm nguội đến nhiệt độ phòng, cho dung dịch hồ tinh bột vào cuvette và đo trên máy quang phổ ở bước sóng 650 nm so với mẫu nước cất.

2.3.4 *Lân tổng số (Phosphorus, P), % (Houba và ctv., 1989)*

Lân tổng số được phân tích bằng cách vô cơ hóa mẫu bằng hỗn hợp H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> và HClO<sub>4</sub> (5:1). Dung dịch vô cơ hóa sau đó được tạo phức màu với molybdate và so màu quang phổ ở bước sóng 580 nm.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng nồng độ STMP/STPP đến một số tính chất lý hóa của tinh bột sắn biến hình bằng phương pháp tạo liên kết ngang

Mức độ trùng hợp là một trong những tính chất

**Bảng 1: Ảnh hưởng nồng độ STMP/STPP đến mức độ trùng hợp, độ hòa tan và độ trong dung dịch hồ tinh bột của tinh bột sắn**

Nồng độ tác nhân (%)	Mức độ trùng hợp (Pn)	Độ hòa tan (%)	Độ trong dung dịch hồ tinh bột (%T <sub>650</sub> )
0	2312,12 <sup>a</sup> ± 56,7	43,45 <sup>c</sup> ± 2,2	29,20 <sup>c</sup> ± 0,3
4	3006,38 <sup>b</sup> ± 17,5	5,39 <sup>b</sup> ± 0,1	5,20 <sup>b</sup> ± 0,3
8	4371,08 <sup>c</sup> ± 110,6	3,92 <sup>ab</sup> ± 0,8	5,30 <sup>b</sup> ± 0,6
12	5032,80 <sup>d</sup> ± 48,9	2,08 <sup>a</sup> ± 0,6	4,00 <sup>a</sup> ± 0,4

Các trung bình nghiệm thức đi kèm các chữ cái giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với độ tin cậy là 95%

Từ kết quả Bảng 1 cho thấy nồng độ tác nhân ảnh hưởng đến mức độ trùng hợp của tinh bột. Đối với tinh bột sắn tự nhiên không xử lý tác nhân STMP/STPP có mức độ trùng hợp khoảng 2312,12. Khi bổ sung tác nhân STMP/STPP với các mức nồng độ khác nhau 4, 8 và 12% thì chỉ số Pn tăng lần lượt là 3006,38; 4371,08 và 5032,80 tương ứng. Qua kết quả thống kê cho thấy ở nồng độ tác nhân khác nhau tinh bột thu được có mức độ trùng hợp khác nhau và khác biệt có ý nghĩa so với tinh bột tự nhiên. Điều này chứng tỏ nồng độ STMP/STPP ảnh hưởng đến mức độ trùng hợp. Nguyên nhân khi thêm tác nhân biến hình trong môi trường có gia nhiệt và tạo thời gian cho phản ứng xảy ra, các gốc phosphate được phân ly từ STMP/STPP có tác dụng làm cầu nối gắn kết các nhóm -OH trong cùng một phân tử hoặc giữa các phân tử với nhau tạo thành mạch dài hơn và công kênh hơn (Rutenberg và Solarek, 1984).

Khi mạch tinh bột có khối lượng phân tử khác nhau sẽ có độ hòa tan khác nhau. Kết quả từ Bảng 1 cho thấy tinh bột có khối lượng phân tử càng lớn (Pn cao) thì độ hòa tan càng giảm. Đây là một đặc tính quan trọng và đặc trưng của tinh bột. Bình thường hầu hết các loại tinh bột không tan trong nước ở nhiệt độ thường (Qiang Liu, 2005). Sự hòa tan có thể xảy ra khi gia nhiệt hạt tinh bột trong

quan trọng của tinh bột liên quan đến đặc tính phân tử của tinh bột. Mức độ trùng hợp chính là số phân tử anhydroglucose liên kết trong một phân tử của tinh bột. Xác định được mức độ trùng hợp đồng nghĩa với việc xác định được khối lượng phân tử của tinh bột. Mức độ trùng hợp liên quan đến nhiều đặc tính lý hóa quan trọng của tinh bột (Courtin, 2008).

Tinh bột sắn biến hình bằng phương pháp tạo liên kết ngang với tác nhân STMP/STPP có mức độ trùng hợp (Pn), độ hòa tan và độ trong dung dịch hồ tinh bột thay đổi đáng kể được thể hiện ở Bảng 1.

nước (Leach và ctv., 1959). Việc xác định khả năng hòa tan của tinh bột cho phép điều chỉnh được tỷ lệ dung dịch tinh bột và nhiệt độ cần thiết cho các quá trình chế biến thực phẩm trong công nghiệp. Đặc biệt độ hòa tan chính là cơ sở để lựa chọn tinh bột biến hình thích hợp cho từng ứng dụng cụ thể. Độ hòa tan giảm là do mật độ liên kết ngang được tạo thành nhiều, nên khả năng hòa tan trong nước giảm. Ngược lại, tinh bột tự nhiên có mức độ trùng hợp thấp, phân tử nhỏ chỉ có các liên kết cộng hóa trị (liên kết hydro) là liên kết yếu dễ bị phân hủy nên khả năng hòa tan trong nước tốt hơn.

Độ trong dung dịch hồ tinh bột đã biến hình giảm có ý nghĩa so với dung dịch hồ tinh bột tự nhiên (Bảng 1). Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả đã công bố của Seung Hyun Koo và ctv. (2010). Sự giảm độ trong dung dịch hồ tinh bột có thể do sự thay đổi trong cấu trúc hạt tinh bột liên kết ngang. Tinh bột tự nhiên không xử lý STMP/STPP, có mức độ trùng hợp thấp, phân tử nhỏ do các phân tử nối với nhau chỉ có liên kết hydro, khi gia nhiệt hạt tinh bột trương lên tạo trạng thái trong, các hạt chưa hòa tan còn rất thấp, nồng độ huyền phù trong dung dịch thấp, vì thế độ truyền qua (%T<sub>650</sub>) tương đối lớn. Ngược lại khi tăng nồng độ tác nhân, tinh bột được nối với nhau bằng liên kết ngang (bởi các gốc phosphate) tạo nên những nối liên kết chặt chẽ, khi gia nhiệt các

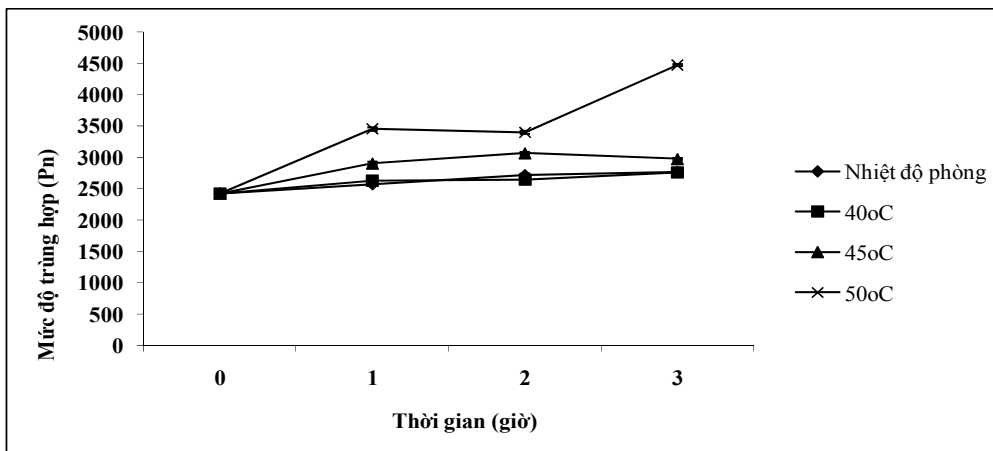
hạt khó trương nở, nồng độ huyền phù trong dung dịch cao gây cản trở sự truyền qua nên độ trong dung dịch hồ tinh bột giảm.

Tất cả các kết quả thu được thể hiện sự khác biệt ý nghĩa giữa tinh bột tự nhiên và tinh bột biến hình ở tất cả các chỉ tiêu. Tùy theo từng loại sản phẩm có yêu cầu về tính chất lý hóa khác nhau thì nồng độ tác nhân biến hình sẽ được chọn tương ứng. Do đó, từ kết quả ảnh hưởng nồng độ tác nhân đến mức độ trùng hợp, độ hòa tan và độ trong dung dịch hồ tinh bột, nồng độ tác nhân STMP/STPP 4% (nồng độ tối thiểu trong điều kiện bố trí thí nghiệm và khác biệt ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng) được chọn làm đại diện cho thí nghiệm tiếp theo.

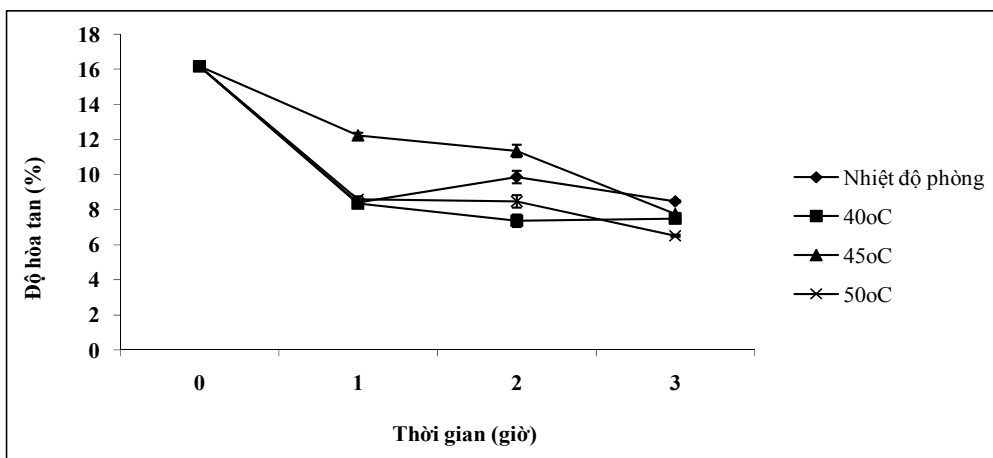
**3.2 Ảnh hưởng nhiệt độ và thời gian biến hình đến một số tính chất lý hóa của tinh bột sắn biến hình bằng phương pháp tạo liên kết ngang**

Nhiệt độ và thời gian biến hình cũng ảnh hưởng

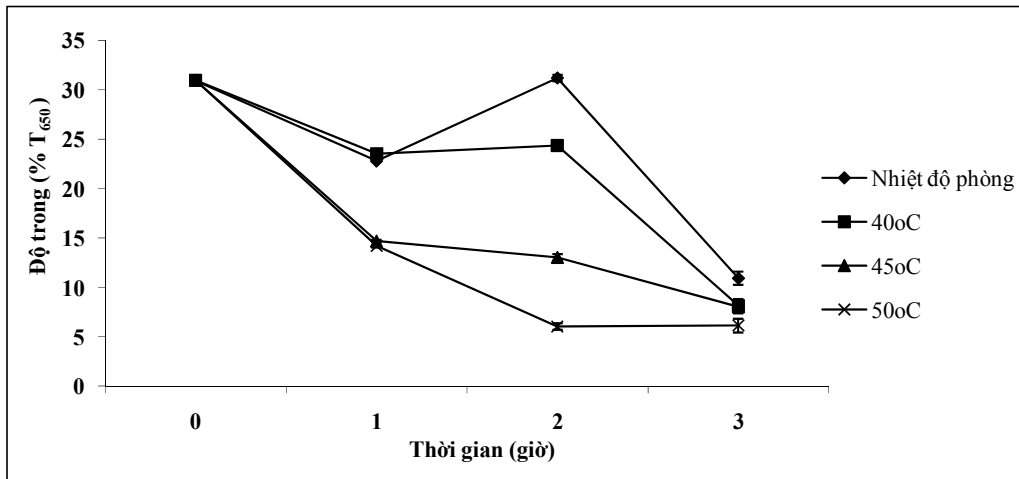
đáng kể đến mức độ trùng hợp của tinh bột sắn. Cùng một nồng độ tác nhân biến hình nhưng nhiệt độ và thời gian biến hình khác nhau, mức độ trùng hợp khác nhau (Hình 3). Kết quả thí nghiệm cho thấy khi tăng nhiệt độ lên 40, 45 và 50°C với thời gian tương ứng 1, 2 và 3 giờ thì độ trùng hợp gia tăng đáng kể. Mức độ trùng hợp tăng khác biệt và có ý nghĩa so với mẫu đối chứng (không gia nhiệt, không tạo thời gian phản ứng). Theo định luật Van't Hoff, khi nhiệt độ tăng, tốc độ phản ứng tăng theo. Khi nhiệt độ tăng làm tăng tính linh động và làm xáo trộn các phân tử trong hạt tinh bột. Đồng thời, nhiệt độ cao giúp cho tác nhân STMP/STPP phân ly tạo các gốc phosphate hình thành liên kết giữa các mạch tinh bột tốt hơn. Khi nhiệt độ càng cao và thời gian phản ứng càng kéo dài, mức độ trùng hợp càng tăng thì các tính chất khác như độ hòa tan (%) và độ trong dung dịch hồ tinh bột (%T<sub>650</sub>) càng giảm (Hình 4 và 5).



Hình 3: Ảnh hưởng nhiệt độ và thời gian biến hình đến mức độ trùng hợp của tinh bột sắn



Hình 4: Ảnh hưởng nhiệt độ và thời gian biến hình đến độ hòa tan của tinh bột sắn



Hình 5: Ảnh hưởng nhiệt độ và thời gian biến hình đến độ trong dung dịch hồ tinh bột của tinh bột sắn

Nhiệt độ càng cao và thời gian phản ứng càng dài (trong điều kiện bố trí thí nghiệm) thì mức độ trùng hợp của các mạch càng cao và khác biệt có ý nghĩa so với mẫu biến hình ở nhiệt độ phòng. Vì thế, nhiệt độ và thời gian được chọn làm đại diện cho thí nghiệm theo sau là 40°C trong thời gian 1 giờ (chọn nghiệm thức tối thiểu và khác biệt với nghiệm thức biến hình tại nhiệt độ phòng). Trong thực tế ứng với từng loại sản phẩm có yêu cầu các tính chất lý hóa khác nhau, có thể chọn nhiệt độ và thời gian biến hình thích hợp.

### 3.3 Ảnh hưởng pH biến hình đến một số tính chất lý hóa của tinh bột sắn biến hình bằng phương pháp tạo liên kết ngang

Bên cạnh nồng độ tác nhân, nhiệt độ và thời gian biến hình ảnh hưởng đến mức độ trùng hợp, độ hòa tan và độ trong dung dịch hồ tinh bột thì pH của môi trường biến hình cũng ảnh hưởng đến các tính chất lý hóa của tinh bột. Kết quả thí nghiệm

ảnh hưởng pH đến mức độ trùng hợp, độ hòa tan và độ trong dung dịch hồ tinh bột được thể hiện ở Bảng 2.

Đối với nghiệm thức đối chứng, môi trường biến hình không điều chỉnh pH (pH = 6,8) độ trùng hợp khoảng 1679,55, khi hạ pH về môi trường acid (pH = 5) thì độ trùng hợp giảm còn khoảng 1001,37, tuy nhiên khi nâng pH lên 7 và 11 thì mức độ trùng hợp tăng lên tương ứng 1866,93 và 2718,25 khác biệt có ý nghĩa so với mẫu đối chứng. Kết quả này tương đối phù hợp với báo cáo của tác giả Singh và *ctv.* (2007). Tác giả cho rằng phản ứng tạo liên kết ngang xảy ra tốt nhất đối với tác nhân sodium trimetaphosphate là trong môi trường kiềm. Mức độ trùng hợp của mạch polysaccharide thay đổi theo giá trị pH của môi trường biến hình, dẫn đến độ hòa tan và độ trong của dung dịch hồ tinh bột thay đổi đáng kể (Bảng 2).

Bảng 2: Ảnh hưởng pH đến mức độ trùng hợp, độ hòa tan và độ trong dung dịch hồ tinh bột của tinh bột sắn

pH	Mức độ trùng hợp (Pn)	Độ hòa tan (%)	Độ trong dung dịch hồ tinh bột (%T <sub>650</sub> )
Đối chứng	1679,55 <sup>b</sup> ± 15,6	25,18 <sup>b</sup> ± 0,07	16,50 <sup>b</sup> ± 0,09
5	1001,37 <sup>a</sup> ± 2,2	42,68 <sup>d</sup> ± 0,19	21,60 <sup>c</sup> ± 0,54
7	1866,93 <sup>c</sup> ± 17,9	38,97 <sup>c</sup> ± 0,04	25,30 <sup>d</sup> ± 0,47
11	2718,25 <sup>d</sup> ± 29,9	7,55 <sup>a</sup> ± 0,32	6,40 <sup>a</sup> ± 0,27

Các trung bình nghiệm thức đi kèm các chữ cái giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với độ tin cậy là 95%

Tuy nhiên, việc sử dụng tác nhân STMP/STPP trong thực phẩm phải đảm bảo dư lượng phosphorus (P) nằm trong giới hạn cho phép. Kết quả kiểm tra dư lượng P trong mẫu được biến hình với nồng độ tác nhân cao nhất trong khoảng khảo

sát (12%), trong thời gian 3 giờ cho kết quả dư lượng P là 0,062%, thấp hơn ngưỡng cho phép của FDA (Cục quản lý thực phẩm và dược phẩm Hoa Kỳ) là hàm lượng P ≤ 0,4% (bảng 3).

**Bảng 3: Kết quả kiểm tra dư lượng phosphorus (P) và so sánh với tiêu chuẩn FDA**

Nồng độ STMP/STPP (99/l, w/w, %)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	pH	Hàm lượng P (%)	Hàm lượng P (%) (FDA)
12	50	3	11	0,062±0,002	≤ 0,4

**4 KẾT LUẬN**

Tinh bột sắn tự nhiên có thể được xử lý với tác nhân STMP/STPP để thu về tinh bột có những tính chất hoàn toàn mới. Khi gia tăng việc sử dụng hàm lượng tác nhân từ 0 đến 12% và kéo dài thời gian biến hình lên đến 3 giờ trong môi trường kiềm thì mức độ trùng hợp của tinh bột biến hình càng tăng rõ rệt. Trong khi đó độ hòa tan (%) và độ trong của dung dịch hồ tinh bột (%T<sub>650</sub>) giảm đáng kể. Tùy theo mục đích và yêu cầu của từng loại thực phẩm, kết quả đã đưa ra được các mức biến hình khác nhau để tạo ra các loại tinh bột biến hình có mức độ trùng hợp, độ hòa tan hay độ trong của dung dịch hồ tinh bột khác nhau. Do đó đây chính là cơ sở lựa chọn và sử dụng tinh bột biến hình phù hợp trong công nghiệp thực phẩm.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Chung H. J., K. S. Woo and S. T. Lim, 2004. Glass transition and enthalpy relaxation of cross – linked corn starches. *Carbohydrate Polymers*. 55: 9 - 15.
2. Courtin C., 2008. *Course of Cereal Science and Techonology*. K.U.Leuven –Belgium.
3. Cui S. W., S. V. Xie and Q. Liu, 2005. Chapter 8. Starch Modification and application. *Food carbohydrate: Chemistry, physical, properties and applications*. CRC Press.
4. Hay G. W., B. A. Lewis and F. Smith, 1965. Determinton of average chain length of polysaccharide. *Methods in carbohydrate chemistry*. 5: 377- 380.
5. Houba, W. A., J. J. Van der Lee, I. Novozamsky and I. Walinga, 1989. *Soil and Plant analysis-a series of syllabi*. Part 5: *Soil Analysis Procedures*.
6. Jaspreet Singh, Lovedeep Kaur and O.J. McCarthy, 2007. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications - A review. *Food Hydrocolloids*. 21: 1–22.
7. Jayakody L. and R. Hoover, 2002. The effect of linterization on cereal starch granules. *Food Resarch International*. 35: 665-680.
8. Leach H. W., L. D. McCowen and T. J. Schoch, 1959. Structure of starch granlue: swelling and solubility patterns of various starcher. *Cereal chemistry*. 36: 534 - 544.
9. Lê Ngọc Tú, Lưu Duẩn, Đặng Thị Thu, Lê Thị Cúc, Lâm Xuân Thanh và Phạm Thu Thủy, 2000. *Biến hình sinh học: các sản phẩm từ hạt*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
10. Lim S. T. and P. A. Seib, 1993. Location of phosphate esters in a wheat starch phosphate by P-nuclear magnartic resonance spectroscopy. *Cereal Chemistry*. 70: 145 -152.
11. Miyazaki M., Pham Van Hung, T. Maeda and N. Morita, 2006. Recent advances in application of modification starch for breakmarking. *Trends in food Sciences & technology*. 591 - 599.
12. Qiang Liu, 2005. *Understanding starch and their role in food*. CRC Press.
13. Reddy I. and P. A. Seib, 1999. Paste properties of modified starches from partial waxy wheats. *Cereal Chemistry*. 76: 341 - 349.
14. Rutenberg M. W. and D. Solarek, 1984. *Starch derivatives: production and uses*. *Starch: Chemistry and technology (2<sup>nd</sup> edition)*. Orlando FL: Academic Press: 312 - 388.
15. Schoch T. J., 1964. Swelling power and solubitily of granular starches. *Methods of carbohydrate chemistry*. 4: 106 - 108.
16. Seung Hyun Koo, Kwang Yeon Lee and Hyeon Gyu Lee, 2010. Effect of cross – linking on the physicochemical and physiological properties of corn starch. *Food Hydrocolloid*. 24: 619 - 625.
17. Woo. K. S. and P. A. Seib, 2002. Cross - linked resistant starch: Preparation and properties. *Cereal Chemistry*. 79: 819 - 825.