Ảnh hưởng của các loại monosaccharide và disaccharide đến sự thoái hóa của gel tinh bột sắn

- **Nguyễn Đặng Mỹ Duyên**
- **Phạm Thị Lệ**

Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh

(Bài nhận ngày 10 tháng 12 năm 2015, nhận đăng ngày 02 tháng 12 năm 2016)

TÓM TẮT

Gel tinh bột sắn trong quá trình bảo quản lạnh rất dễ bị thoái hóa và làm ảnh hưởng đến chất lượng thực phẩm . Nghiên cứu này khảo sát về ảnh hưởng của các loại đường : glucose, fructose, sucrose và ma ltose ở các nồng độ khác nhau: 0 %, 2 %, 4 %, 6 %, 8 % (w/$_w$) lên khả năng ổn định gel tinh bột sắn trong quá trình bảo quản. Độ tách nước, độ đục, khả năng bị thủy phân bởi enzyme α-amylase của gel tinh bột sắn sau quá trình bảo quản lạnh được xác định để làm rõ ảnh hưởng của các loại đường bổ sung vào đến sự ổn định của gel tinh bột sắn . Từ các thí nghiệm trên , chúng tôi thấy rằng có sự cải thiện về chất lượng của các mẫu gel có bổ sung đường so với mẫu không được bổ sung. Khả năng làm giảm độ tách nước của các loại đường theo thứ tự sau : maltose > sucrose > glucose > frutose với nồng độ 8 % là hiệu quả nhất. Nghiên cứu cũng cho thấy tác dụng của hai loại disaccharide (sucrose, maltose) tốt hơn là các loại monosaccharide (glucose và fructose). Chúng tôi kết luận rằng maltose được bổ sung với nồng độ 8 % là có hiệu quả nhất trong việc chống thoái hóa gel tinh bột sắn qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá.

Từ khóa: *gel tinh bột sắn, sự thoái hóa, độ tách nước, độ đục*

MỞ ĐẦU

Tinh bột đã được sử dụng trong thực phẩm đông lạnh trong nhiều thập kỷ để làm nguyên liệu chính, chất làm đặc, ổn định và bao bì thực phẩm. Khi thực phẩm giàu tinh bột hoặc gel tinh bột được đông lạnh, tinh thể đá được hình thành và quá trình tách pha lỏng - rắn xảy ra. Cấu trúc ban đầu của thực phẩm bị phá vỡ. Trong thời gian tan băng, các tinh thể băng đang tan chảy, nước được tách ra dễ dàng và sau đó mạng lưới xốp được hình thành trong gel tinh bột [1]. Quá trình tan băng và khử nước có thể làm yếu đi cấu trúc thực phẩm và xấu đi chất lượng toàn diện. Từ đó dẫn đến chất lượng của thực phẩm chứa tinh bột càng giảm. Các biến đổi của tinh bột hồ hóa trong quá trình làm lạnh và bảo quản được gọi là sự thoái hóa. Đây là mối quan tâm lớn cho các nhà khoa học thực phẩm vì chúng phản ánh sâu sắc một phần chất lượng, sự chấp nhận của người tiêu dùng và thời hạn sử dụng của các loại thực phẩm có chứa tinh bột . Vì vậy, nhiều phương pháp nghiên cứu về sự thoái hóa tinh bột đã được phát triển [2]. Việc bổ sung các thành phần phụ gia để cải thiện cấu trúc tinh bột ngày càng được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi một cách hiệu quả . Việc ứng dụng các loại đường nhằm mục đích chống hiện tượng thoái hóa tinh bột trong các sản phẩm thực phẩm được các nhà khoa học nghiên cứu rộng. Nghiên cứu của Arunyanart và cộng sự [9] đã khảo sát ảnh hưởng của sucrose 0–20 % lên tinh bột gạo qua 5 chu kỳ lạnh đông – tan giá.

Kết quả cho cho thấy rằng đối với sucrose , độ tách nước (syneresis) giảm một cách hiệu quả . Nghiên cứu của Zhang cùng cộng sự (2012) [1] về tác dụng của ba loại đường : glucose, sucrose, trehalose trên sự ổn định của tinh bột sắn bằng các kỹ th uật đo độ tách nước (syneresis), chụp SEM và kỹ thuật phân tích nhiệt q uét vi sai DSC cho thấy rằng: sự cải thiện độ tách nước theo thứ tự trehalose > sucrose > glucose. Thí nghiệm DSC cũng cho thấy rằng sự thoái hóa của tin h bột sắn được làm chậm khi có mặt các loại đường : glucose, sucrose, trehalose. Nghiên cứu bổ sung maltose và glucose trên tinh bột ngô của Chang cùng cộng sự (1991) trên tinh bột gạo [4] đã cho thấy tác dụng tích cực của maltose lên sự thoái hóa tinh bột. Nghiên cứu của Katsuta cùng cộng sự (1992) [12] về ảnh hưởng c ủa monosccaride (xylose, ribose, glucose, fructose và galactose) và disaccharide (sucrose và maltose) lên sự ổn định của gel tinh bột gạo đã chỉ ra rằng disaccharide có tác dụng hi ệu quả hơn monosaccharide trong việc ổn định cấu trúc gel . Cụ thể hơn là thứ tự tương đối về hiệu quả chống thoái hóa là : maltose > sucrose > glucose > fructose > xylose, ribose > gel tinh bột đối chứng . Nghiên cứu của Sae Kang cùng cộng sự [5] một lần nữa xác định sucrose được bổ sung để cải thiện cấu trúc tốt hơn cho tinh bột sắn . Hiện nay, Tako cùng cộng sự (2014) [2] đã mở rộng ra đối với ảnh hưởng của oligosaccharides lên tinh bột ngô . Nghiên cứu cho thấy thoái hóa của tinh bột ngô đã được ức chế đáng kể bởi maltose, xylooligosaccharide và fructooligosaccharide.

Trong nghiên cứu này , vấn đề ch ống thoái hóa t inh bột sắn bằng cách b ổ sung các loại monosaccharide và disaccharide để hạn chế sự thay đổi cấu trúc gel tinh b ột sắn trong suốt quá trình bảo quản l ạnh được làm rõ. Các loại đường glucose, fructose, maltose, saccharose được bổ sung với các nồng độ: 2 %, 4 %, 6 %, 8 % (w/w dựa trên khối lượng của tinh bột) vào các mẫu gel tinh bột sắn. Thông qua độ tách nước của gel tinh bột sắn, độ đục của nước tách ra sau ly tâm và mức độ bị thủy phân bởi enzyme alpha amylase của gel tinh bột sắn để làm rõ khả năng chống thoái hóa của các loại đường nói trên.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu

Tinh bột sắn

Tinh bột sắn được sản xuất bởi công ty cổ phần bột thực phẩm Tài Ký. Địa chỉ 297/A, Hồ Văn Tắng, xã Tân Phú Trung, huyện Củ Chi, TP. HCM và được phân phối bởi siêu thị Co-opmart. Tinh bột sắn còn có tên thương mại là bột năng.

Bảng 1. Các chỉ tiêu lý, hóa của bột năng Tài Ký

Tên chỉ tiêu	
1. Độ ẩm, % theo khối lượng	13
2. Hàm lượng tinh bột, không nhỏ hơn	85
2. Xơ thô, % theo khối lượng, không lớn hơn	1
3. Tro tổng số, % theo khối lượng, không lớn hơn	1
4. Tro không tan trong HCl, % theo khối lượng, không lớn hơn	0,2
5. Hàm lượng cyanhydric acid tổng số, tính theo mg/kg, không lớn hơn	10

Enzyme Termamyl 120L

Termamyl 120L là 1 chế phẩm của enzyme alpha–amylase, có tên theo gọi hệ thống là 1,4-alpha-D-glucane glucano-hydrolase (EC 3.2.1.1), được thu nhận từ chủng *Bacillus licheniformis*. Hoạt độ enzyme được xác định theo phương pháp Smith và Rose [8].

Các thông số của enzyme: phân tử lượng 57–58 kDa, pH tối ưu: 6,5–7, nhiệt độ tối ưu: 95 ^{0}C, hoạt tính 3948,9 U/mL

Đường glucose

Glucose có xuất xứ tại Trung Quốc và được phân phối bởi Công ty cổ phần thiết bị và hóa chất Techlab địa chỉ số 332, Tô Hiến Thành, P. 14, Quận 10, TP. HCM

Đường fructose

Fructose có xuất xứ tại Trung Quốc và được phân phối bởi Công ty cổ phần thiết bị và hóa chất Techlab, địa chỉ như trên.

Đường saccharose

Saccharose có xuất xứ tại Trung Quốc và được phân phối bởi Công ty cổ phần thiết bị và hóa chất Techlab, địa chỉ như trên.

Đường maltose

Maltose được sản xuất bởi Công ty Titan Biotech Ltd tại Bhiwadi, Rajasthan, Ấn Độ và được phân phối bởi Công ty cổ phần thiết bị và hóa chất Techlab , địa chỉ như trên.

Các mẫu gel tinh bột sắn (4 % w/w) với loại đường glucose, fructose, maltose, saccharose được bổ sung với các nồng độ: 2 %, 4 %, 6 %, 8 % (w/w dựa trên khối lượng của tinh bột). Với mỗi nồng độ của mỗi loại đường, chuẩn bị 5 mẫu, tương ứng với 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá.

Phương pháp

Chuẩn bị hỗn hợp huyền phù của tinh bột đối chứng và hỗn hợp giữa tinh bột với m ỗi loại đường (glucose, fructose, sucrose và maltose) tương ứng với 4 nồng độ (2 %, 4 %, 6 %, 8 %) vào từng cốc thủy tinh 250 mL. Trước khi hồ hóa nên khuấy cho hỗn hợp tan đều vào nhau. Sau đó, các mẫu được cho vào bình tam giác đậy kín và đem hồ hóa trong bể điều nhiệt, ở 95 ^{o}C trong 10 phút để mẫu được hồ hóa hoàn toàn. Mẫu được đặt trong bể điều nhiệt, sao cho thể tích của phần hỗn hợp huyền phù bên trong cốc thấp hơn phần nước bên ngoài cốc để đảm bảo nhiệt được phân bố đều lên hỗn hợp huyền phù. Trong quá trình hồ hóa phải lắc đều để đường phân bố đều.

Làm lạnh – tan giá

Các mẫu sau khi hồ hóa sẽ được làm nguội. Sau đó, các mẫu thí nghiệm tương ứng với mỗi nồng độ ở trên sẽ được chia vào 5 túi với thể tích tương đương nhau . Các túi này đư ợc làm lạnh ở nhiệt độ nhỏ hơn -7 ^{o}C trong 22 giờ. Sau 22 giờ, tất cả các m ẫu được lấy ra cho tan giá ở nhiệt độ phòng (30 ^{o}C) trong 2 h và sau đó giữ lại một mẫu để đo độ tách nước, độ đục và mức độ thủy phân. Các mẫu còn lại được tiếp tục làm lạnh.

Xác định độ tách nước (syneresis)

Chúng tôi đo độ tách nước của mẫu tinh bột đã hồ hóa sau mỗi chu kì lạnh đông và rã đông được sửa đổi từ phương pháp củ a Charoenrein cùng cộng sự (2008) [9].

Các mẫu sau mỗi chu kỳ làm l ạnh – tan giá được cho vào các ống nhựa và đặt vào máy li tâm. Lưu ý trước khi li tâm cần cân cả bộ ống bao gồm ống ly tâm và ống nhựa chứa mẫu. 4 bộ ống như vậy đã được cân với khối lượng bằng nhau trước khi cho vào ly tâm. Thực hiện ly tâm ở 3000 vòng trong 15 phút. Sau khi ly tâm, mẫu chứa trong ống nhựa sẽ bị phân tách thành 2 lớp, lớp phía trên là nước và bên dưới là tinh bột.

Lượng nước sau đó được lấy ra và cân . Độ tách nước là tỷ lệ phần trăm của lượng nước được tách ra từ mỗi ống sau ly tâm trên tổng khối lượng của gel trong ống trước khi ly tâm. Mỗi thí nghiệm được lặp đi lặp lại 3 lần để lấy kết quả trung bình.

Công thức tính độ tách nước (syneresis):

$$\text{Syneresis} = \frac{W_n}{W_t}.100 \quad [1]$$

Trong đó:

W_n là khối lượng nước tách ra sau khi ly tâm.

W_t là tổng khối lượng của gel tinh bột trong ống nhựa trước khi ly tâm.

Xác định độ đục

Phương pháp đo độ đục được xây dựng trên cơ sở là sự liên kết của các phân tử xảy ra trong giai đoạn đầu của quá trình thoái hóa trước khi các phân tử tập trung lại với nhau với quy mô lớn hơn và có th ể dễ dàng phát hiện được bằng các phương pháp như DSC và nhiễu xạ tia X. Độ đục của lượng nước tách ra do quá trình ly tâm gel tinh bột sau các chu kì làm l ạnh – tan giá được tham khảo theo phương pháp của Sodhi và Singh (2003) [10].

Sau khi các mẫu gel tinh bột được ly tâm trong thí nghiệm đo độ tách nước , lượng nước tách ra từ mỗi ống nhựa ly tâm được hút ra và cho vào khoảng ¾ độ cao cuvette . Một điều đặc biệt chú ý là sau khi ly tâm xong , lượng nước tách ra ở lớp trên ống ly tâm phải được hút nhanh chóng nhằm tránh hiện tượng phần gel bên dưới hút nước lại do cấu trúc xốp của gel bị thoái hóa. Điều này sẽ làm kết quả bị sai lệch rất lớn . Độ đục của lượng nước tách ra sau khi ly tâm được đo bằng máy quang phổ kế ở bước sóng 640 nm [10].

Đo mức độ thủy phân tinh bột thoái hóa

Ứng với một loại đường, sau mỗi chu kì lạnh đông - rã đông, mẫu được cân chính xác một lượng như nhau cho vào 4 ống nghiệm tương ứng với 4 nồng độ (2 %, 4 %, 6 %, 8 %) và bổ sung enzyme termamyl với hàm lượng 15 đv/1 g cơ chất. Sau đó ủ trong bể điều nhiệt ở nhiệt độ 37 ^{0} C trong 1 h để phản ứng thủy phân tinh bột xảy ra [10].

Sản phẩm sau phản ứng sẽ được pha loãng với nước cất 100 lần, tiếp tục hút 0,3 mL dịch thủy phân đã pha loãng cùng với 0,9 mL thuốc thử DNS (tỷ lệ 1:3) cho vào ống eppendorf và đun sôi ống trong vòng 10 phút. Ống được làm nguội về nhiệt độ phòng và được cho vào khoảng ¾ chiều cao cuvette, sau đó đo độ hấp thu ở bước sóng 540 nm. Thông qua độ hấp thu đo bằng quang phổ kế và đường chuẩn glucose , từ đó nồng độ đường khử sau phản ứng thủy phân s ẽ được xác định.

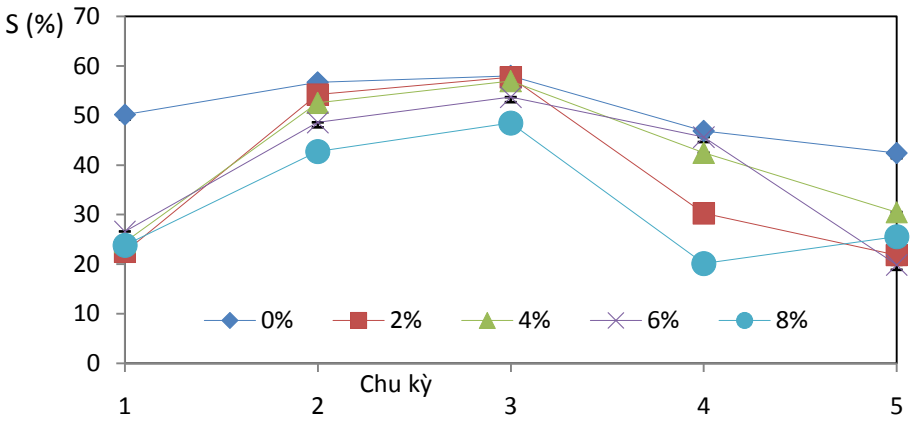
Phương pháp phân tích xử lý số liệu

Trong nghiên cứu này, sự khác biệt có ý nghĩa giữa các mẫu thí nghiệm được thực hiện bằng phương pháp thống kê ANOVA (P<0,05) sử dụng phần mềm Statgraphic Centurion XV.I. Các phép tính toán được tiến hành trên phần mềm Microsoft Excel phiên bản 2013. Kết quả được trình bày ở dạng giá trị trung bình (n=3) và độ lệch chuẩn.

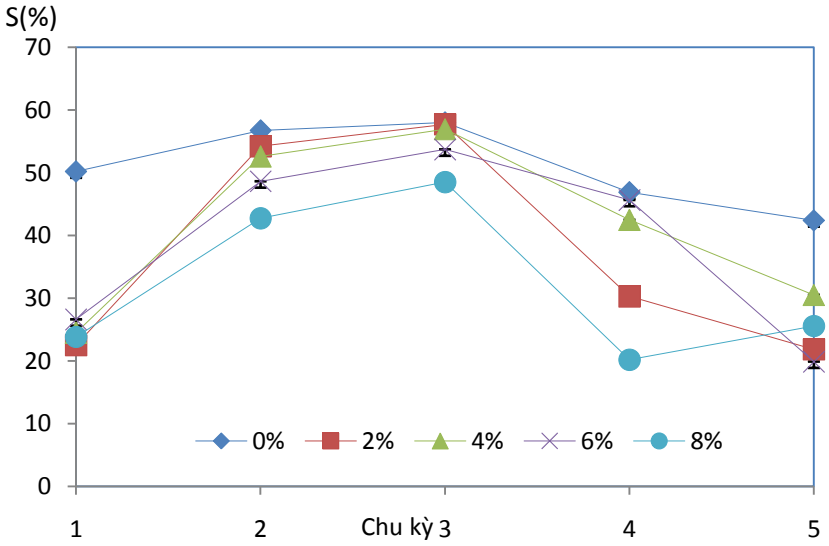
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của các loại đường lên độ tách nước (Syneresis) của gel tinh bột sắn qua các chu kỳ làm lạnh - tan giá

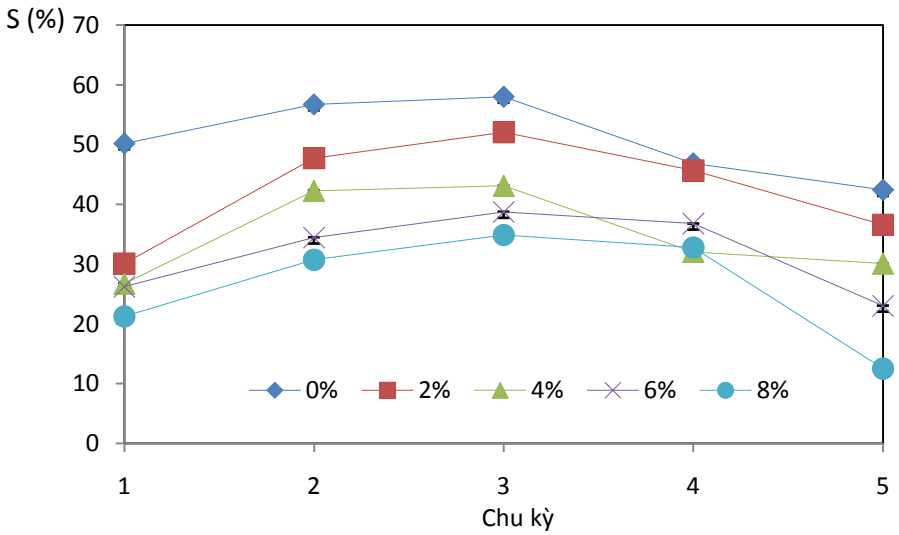
Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của glucose , fructose, sucrose, maltose lên sự độ tách nước của gel tinh bột sắn qua các chu kỳ làm l ạnh – tan giá được thể hiện ở các Hình 1–4.



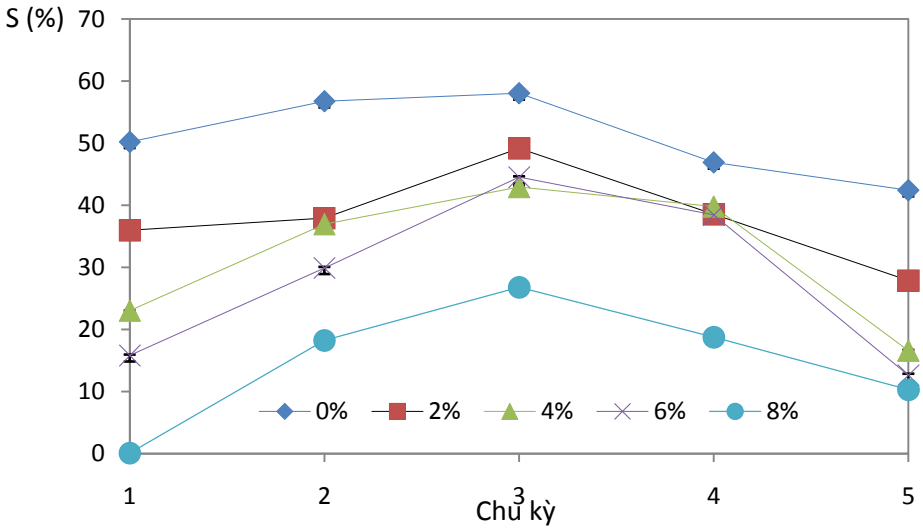
Hình 1. Ảnh hưởng của glucose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên độ tách nước của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



Hình 2. Ảnh hưởng của fructose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên độ tách nước của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



Hình 3. Ảnh hưởng của sucrose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên độ tách nước của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



Hình 4. Ảnh hưởng của maltose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên độ tách nước của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá

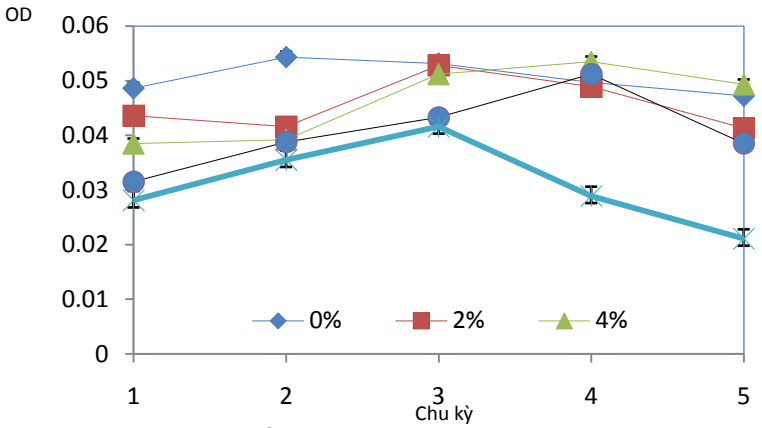
Kết quả nghiên cứu thể hiện qua các đồ thị trên cho thấy gel tinh bột sắn không bổ sung các loại đường có độ tách nước cao hơn rấ t nhiều so với các mẫu khác. Đây là hiện tượng các tinh thể băng hình thành trong mạng lưới cấu trúc gel tinh bột khi làm lạnh chúng ở nhiệt độ 0 ^{o}C. Quá trình tan giá làm tan chảy các tinh thể băng dẫn đến nước bị tách ra. Khi đó, các phân tử tinh bột sẽ xích lại gần nhau hơn [1].

Nghiên cứu cũng cho thấy việc bổ sung 4 loại đường ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % có hiệu quả rõ rệt đ ến sự chống lại hiện tượng tách nước. Điều này là do đặc tính giữ nước của đường đã tạo ra những liên kết hydrogen giữa

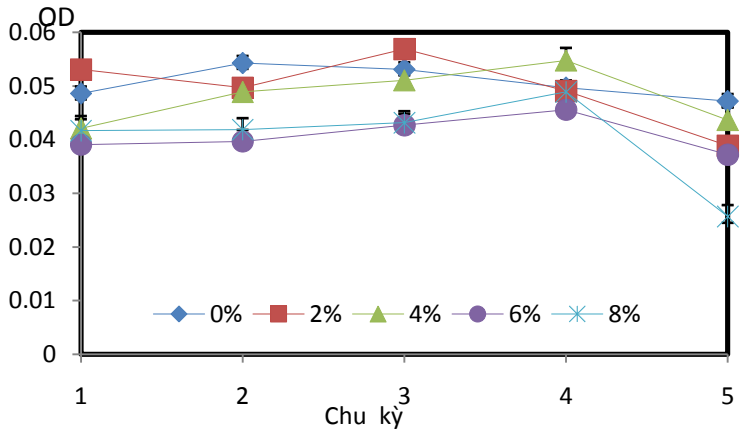
đường với các phân tử nước. Trong quá trình hồ hóa, đường sẽ thâm nhập vào các khu vực chứa lượng nước tự do còn lại và hình thành nên những liên kết hydrogen giữa các phân tử đường với các phân tử nước lân cận. Hiện tượng này làm tăng độ nhớt của nước, dẫn đến các chuỗi tinh bột sẽ ít di chuyển xích lại gần nhau và gel tinh bột sẽ được ổn định. Lượng nước tự do giảm xuống, lượng nước liên kết được tăng lên nhờ nước tự do đã liên kết với đường. Khả năng giữ nước của đường đối với nước tự do trong chuỗi tinh bột phu thuộc vào số lượng nhóm OH ở vị trí liên kết biên của các mỗi loại đường [12]. Kết quả nghiên cứu này đồng thuận với rất nhiều nghiên cứu của các tác giả khác. I'Anson et al. (1990) và Chang và Liu (1991) tìm thấy rằng đường giảm độ thoá i hóa gel tinh b ột lúa mì. Kohyama và Nishinari (1991) tìm thấy rằng đường giảm thoái hóa trong gel tinh bột khoai tây. Katsuta và cộng sự cũng báo cáo rằng đường ức chế sự thoái hóa của gel tinh bột gạo.

Tác dụng chống thoái hóa tinh bột của các loại disaccharide tốt hơn các loại monosaccharide (Hình 3 & 4). Mức độ chống thoái hóa phụ thuộc vào khả năng giữ nước của loại đường được bổ sung vào gel cũng như phụ thuộc vào số nhóm OH ở vị trí liên kết biên của mỗi loại đường. Số nhóm OH ở vị trí liên kết biên của maltose là 7,6, của sucrose là 6,3 [12], vì thế, khả năng giữ nước của maltose tốt hơn sucrose. Kết quả của chúng tôi là phù hợp với K. Katsuta và cộng sự [12] khi họ tiến hành nghiên cứu khả năng chống thoái hóa của các loại đường D-xylose, D-ribose, D-glucose, D-fructose, D-galactose, sucrose và maltose trên tinh bột gạo và đã đưa ra kết luận rằng maltose có khả năng chống thoái hóa tốt nhất trong các loại đường trên, dựa trên phương pháp xử lý động học. Những phát hiện của chúng tôi cũng phù hợp với Ahmad và Williams (1999). Các tác giả trên đã chứng minh rằng những tác động của disaccharide về độ tách nước trên gel tinh bột cao lương tốt hơn nhiều so với glucose. Khi so sánh riêng tác dụng của mỗi loại thì maltose vượt trội hơn suc rose. Hai loại monosaccharide glucose và fructose vẫn có tác động làm giảm độ tách nước của gel tinh bột sắn . Tuy nhiên ở các nồng độ bổ sung lượng đường thấp (2 %, 4 %, 6 %) hiệu quả không rõ r ệt và sự khác biệt giữa các nồ ng độ không có ý nghĩa khi xử lý thống kê ANOVA với mức ý nghĩa 5 %. Từ sau chu kỳ 3 trở đi độ tách nước của các mẫu chứa đường maltose và sucrose vẫn tăng. Mức độ nước tách ra ngày càng tăng qua các chu kì làm lạnh – tan giá là do ở giai đoạn đầu các phân tử amylose bị thoái hóa trước, ở các chu kì sau đó sự thoái hóa tiếp tục xảy ra với các phân tử amylopectin [13]. Tuy nhiên, sự thoái hóa đối với các phân tử amylopectin, nhẹ hơn đối với các phân tử amylose do nó có cấu trúc phân nhánh, cồng kềnh dẫn đến khả năng giữ nước tốt hơn amylose. Quá trình này bị lặp đi, lặp lại nhiều lần, sẽ khiến cho mạng lưới cấu trúc tinh bột càng bị phá hủy và hình thành một cấu trúc rỗng xốp, khiến gel tinh bột trở nên cứng hơn [1]. Những phát hiện của chúng tôi đồng thuận với Yuan và Thompson (1998) [13]. Các nghiên cứu đã cho rằng: sự biến động nhiệt và sự tác pha trong mạng lưới gel tinh bột là nguyên nhân của sự tách nước. Nước tách ra từ gel tinh bột gia tăng qua các chu kỳ lạnh đông – rã đông và cấu trúc tinh bột bị phá vỡ bởi các tinh thể đá dẫn đến lượng nước tách ra tăng khi gel được tan giá , đặc biệt là khi lặp đi lặp lại nhiều lần quá trình tan giá này (Yuan và Thompson, 1998) [13]. Như vậy, nghiên cứu đã cho thấy maltose có hiệu quả cao nhất trong việc chống lại hiện tượng tách nước của gel tinh b ột. Sau chu kỳ 3, các loại đường không có tác dụng đáng kể lên sự ổn định của gel tinh bột sắn. Việc bổ sung đường với nồng độ cao có hiệu quả cao hơn so với nồng độ thấp.

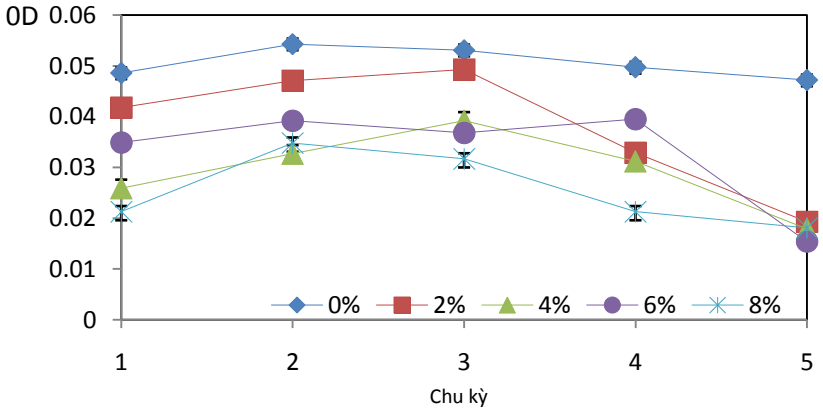
Ảnh hưởng của gluccose, frutose, sucrose và maltose lên độ đục của nước tách ra sau quá trình ly tâm gel tinh bột sắn



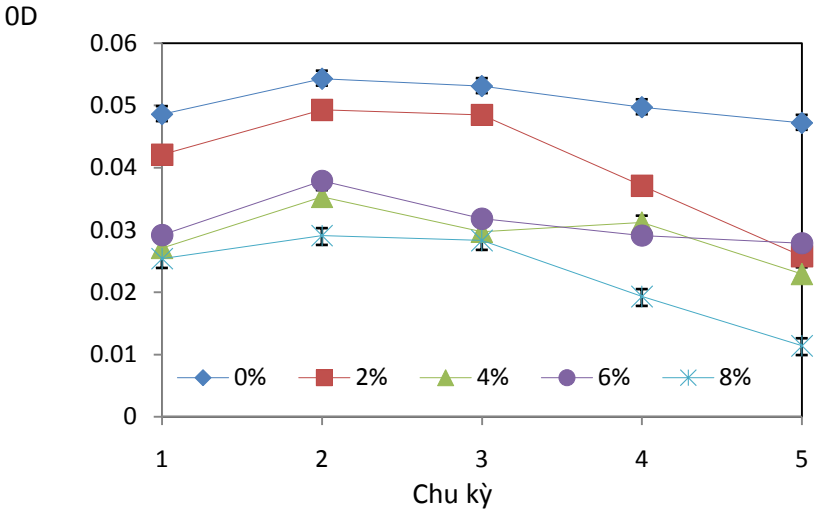
Hình 5. Ảnh hưởng của glucose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/ư, lên độ đục của nước tách ra từ gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



Hình 6. Ảnh hưởng của fructose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w, lên độ đục của nước tách ra từ gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



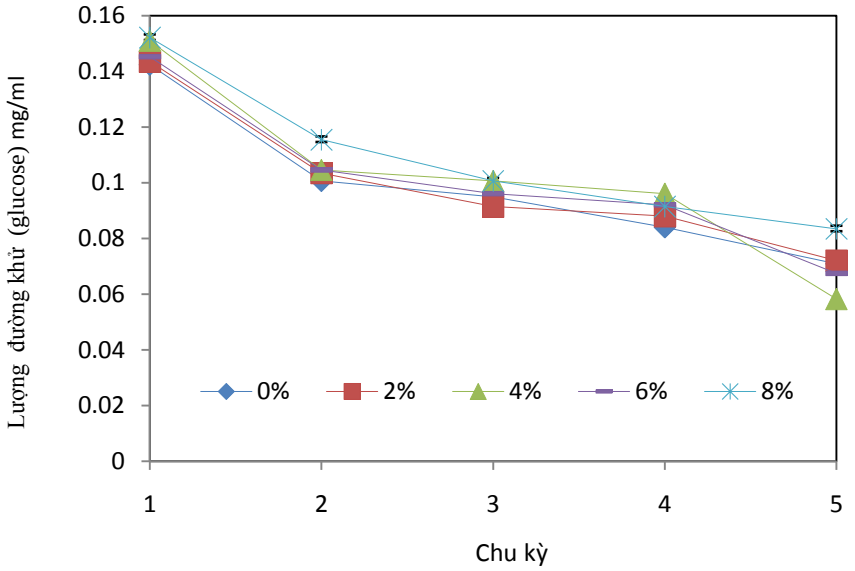
Hình 7. Ảnh hưởng của sucrose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w, lên độ đục của nước tách ra từ gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



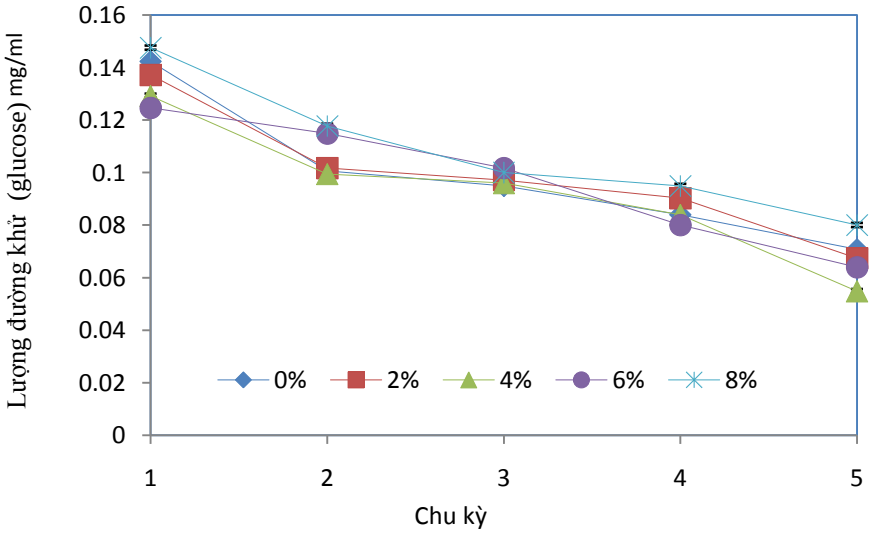
Hình 8. Ảnh hưởng của maltose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w, lên độ đục của nước tách ra từ gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá

Độ đục của lượng nước tách ra sau khi ly tâm gel tinh bột sắn được xác định một cách gián tiếp qua độ hấp thu bằng máy quang phổ kế tại bước sóng 640 nm. Khi gel tinh bột được bổ sung các loại đường trên, độ đục của nước tách ra sau khi ly tâm thấp hơn đáng kể so với mẫu gel không được bổ sung đường . Điều đó cho thấy hiệu quả của việc ổn định cấu trúc gel tinh bột của các lo ại đường. Độ đục tăng lên đáng kể ở chu kỳ 3 hoặc 4 ở những mẫu gel tinh bột sắn có bổ sung đường. Điều đó cho thấy rằng sự tập hợp và kết tinh của amylose xảy ra tối đa ở các chu kỳ này . Sự tăng độ đục của gel tinh bột trong quá trình bảo quản được cho là do amylose (AM) và amylopectin (AP) bị tách ra khỏi mạng lưới gel và phân tán trong môi trường lỏng , làm phân tán đáng kể ánh sáng truyền qua (Perera & Hoover, 1999) [14]. Ở chu kì 1 và 2, độ đục chủ yếu là do liên kết của AM-nước gây ra, bởi vì khi hồ hóa, các phân tử amylose có cấu trúc đa số là mạch thẳng nên dễ dàng tạo liên kết với nước trước. Khi ly tâm tách nước, amylose sẽ theo nước đi ra ngoài làm cho nước bị đục. Ở chu kì 3, độ đục tăng lên đáng kể, nguyên nhân chính là do các phân tử AP gây ra. Vì trong tinh bột sắn, hàm lượng AP chiếm nhiều hơn AM, AM chỉ có tác dụng đông lại và kết tinh một thời gian ngắn trong gel tinh bột. Nhưng những thay đổi lâu dài xảy ra trong quá trình lưu trữ của gel tinh bột có thể là do các AP gây ra ở chu kì 3, các phân tử AP bị thoái hóa và bị rửa trôi ra ngoài hạt tinh bột, hàm lượng AP cao nên làm nước tách ra đục hơn các chu kì đầu. Đến chu kì 4-5, lúc này liên kết giữa AP – nước bị phá hủy, đồng thời độ nhớt của dung dịch giảm đáng kể dẫn đến khi ly tâm, AP lắng xuống làm nước tách ra trong hơn ban đầu. Chính vì thế mà độ đục của lượng nước tách ra sau khi tâm của gel tinh bột không bổ sung đường tăng dần và thay đổi một cách không đáng kể ở các chu kỳ cuối.

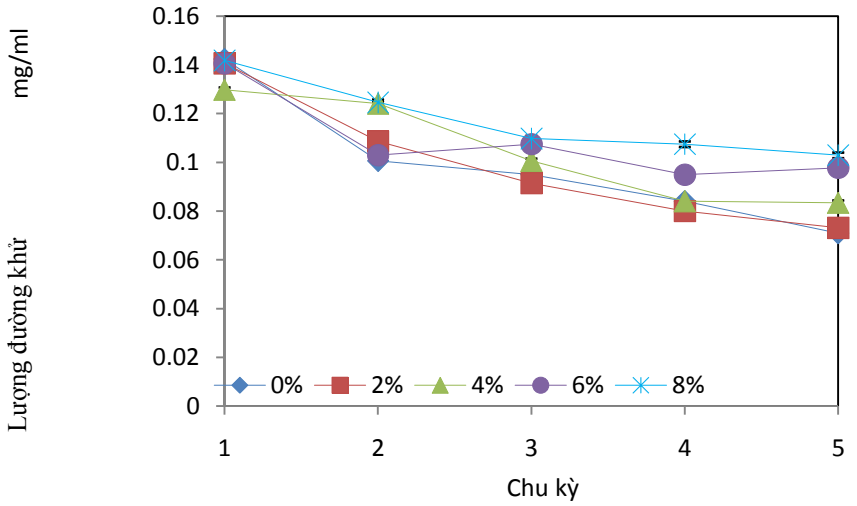
Ảnh hưởng của glucose, frutose, sucrose, maltose lên mức độ thủy phân của gel tinh bột sắn qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



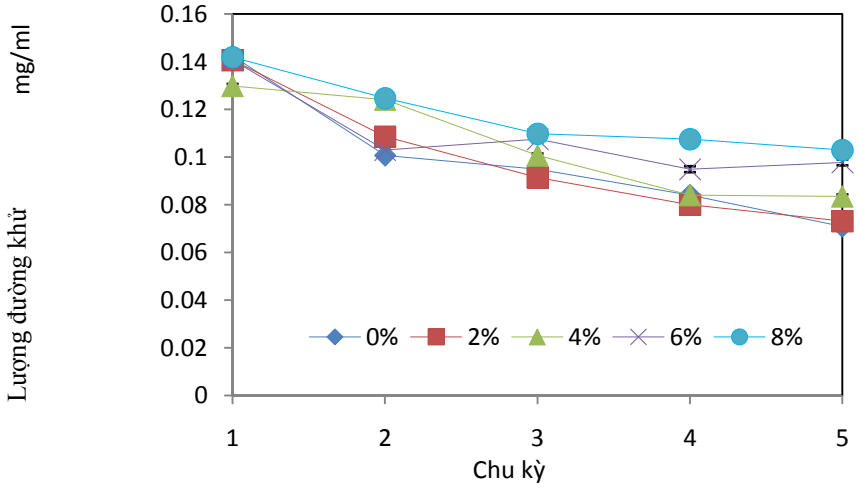
Hình 9. Ảnh hưởng của glucose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên mức độ thủy phân của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5chu kỳ làm lạnh – tan giá



Hình 10. Ảnh hưởng của fructose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên mức độ thủy phân của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5chu kỳ làm lạnh – tan giá



Hình 11. Ảnh hưởng của sucrose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên mức độ thủy phân của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5 chu kỳ làm lạnh – tan giá



Hình 12. Ảnh hưởng của maltose ở các nồng độ 2 %, 4 %, 6 %, 8 % w/w lên mức độ thủy phân của gel tinh bột sắn (4 % w/w) qua 5chu kỳ làm lạnh – tan giá

Lượng đường khử ở các mẫu không bổ sung đường thấp hơn rất nhiều so với các mẫu có bổ sung đường. Hiện tượng này là do qua mỗi chu kì, gel tinh bột dần yếu đi, điển hình là các phân tử AM và AP ngày càng bị thoái hóa. Hàm lượng nước tách ra ngày càng nhiều hơn. Các phân tử AM và AP có khuynh hướng kết tinh lại, nên enzyme α-amylase khó tấn công vào. Điều này gián tiếp cho thấy rằng, qua mỗi chu kì thì lượng tinh bột bị thoái hóa cũng tăng lên rất nhiều. Điều đó cho thấy rằng tinh bột bị thoái hóa làm giảm khả năng tấ n công của enzyme α-amylase. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Sievert & Pomeranz, 1989 về khả năng cản trở sự thủy phân tinh bột bằng acid hoặc enzyme , thí dụ như α-amylase, β-amylase, glucoamylase và pullulanase [15]. Qua các chu kỳ làm l ạnh – tan giá, tất cả các mẫu gel tinh bột sắn có lượng đường khử giảm dần mạnh đặc biệt ở các chu kỳ đầu (chu kỳ 1-3). Từ sau chu kỳ 3, lượng đường

khử sinh ra do sự thủy phân tất cả các mẫu gel tinh bột có b ổ sung các loại đường với các nồng độ khác nhau đều không có sự khác biệt rõ nét . Điều này có thể do sự kết hợp của các chuỗi tinh bột với nhau đã diễn ra cực đại ở các chu kỳ đầu (đặc biệt của amylose), do đó làm giảm khả năng liên kết của phân tử đường với tinh bột . Khi đến các chu kỳ cuối , lượng đường khử ở các mẫu gel vẫn giảm nhưng chậm hơn vì sự thoái hóa di ễn ra mạnh hơn . Ở các giai đoạn sau , amylopectin thoái hóa chậm hơn làm giảm tốc độ thoái hóa và từ đó lượng đường khử cũng thay đổi với tốc độ chậm hơn . Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng các loại disaccharide (maltose và sucrose) khi bổ sung vào gel tinh bột sắn có tác dụng làm cho lượng đường khử tạo ra sau thủy phân cao hơn nhiều so với việc bổ sung glucose và fructose. Và đặc biệt ở nồng độ bổ sung 8 %, hàm lượng đường khử tạo ra cao và có sự khác biệt đáng kể so với việc bổ sung các nồng độ còn lại (2 %, 4 %, 6 %). Điều này có thể giải thích rằng khi các loại saccharide được thêm vào hệ thống tinh bột-nước: nước có thể tạo một mạng lưới cấu trúc ngẫu nhiên với kết cấu khung dạng mắt lưới. Cấu trúc được tạo nên bởi saccharide chịu ảnh hưởng phần lớn bởi số lượng nhóm OH ở vị trí liên kết biên. Các loại disaccharide có số nhóm OH biên lớn hơn các monosaccharide. Vì chuyển động nhiệt của nước tự do lớn hơn so với nước đã được ổn định, nên độ nhớt của nước tự do xung quanh disaccharide sẽ tăng tương ứng. Do đó chuyển động của chuỗi tinh bột sẽ bị ức chế bởi các loại disaccharide. Từ đó cho thấy rằng, sự tập hợp lại của chuỗi tinh bột đã bị ức chế bởi saccharide. (Keiko Katsuta và cộng sự, 1992). Vì vậy, làm tăng khả năng tấn công của enzyme α-amylase vào mạng lưới gel tinh bột. Từ đó chứng minh rằng việc bổ sung đường sẽ có tác dụng làm ổn định hệ gel tinh bột sắn qua nhiều chu kỳ làm l ạnh – tan giá, điển hình là trên tác dụng hỗ trợ sự thủy phân của các loại enzyme α-amylase.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy rằng mẫu gel tinh bột sắn có bổ sung các loại đường glucose , fructose, sucrose, maltose có khả năng chống thoái hóa gel tinh bột sắn khi làm l ạnh và được tan giá nhiều lần. Mức độ ảnh hưởng các các loại đường khác nhau là do sự khác nhau về mặt cấu trúc , đặc biệt là số nhóm OH ở vị trí liên kết biên và khả năng hydrate của chúng . Sự liên kết của đường với nước trong mạng lưới gel tinh bột làm giảm đáng kể lượng nước tự do tách ra trong quá tr ình bảo quản ở nhiệt độ thấp . Khả năng chống thoái hóa của các loại đường giảm theo thứ tự sau : maltose > sucrose > glucose > frucrose. Từ đó khẳng định lại kết quả của nhiều nghiên cứu trước đó : các loại disaccharide có kh ả năng chống thoái hóa tinh bột tốt hơn monosaccharide.

Effect of monosaccharides and disaccharides on the retrogradation of tapioca starch gel

Nguyen Dang My Duyen
Pham Thi Le
HCMC University of Technology and Education

ABSTRACT

Gelatinization of tapioca starch is retrograded during the frozen – storage. This retrogradation affects the quality of the starchy food. This paper studied the influence of various types of sugars: glucose, fructose, sucrose and maltose in different concentrations: 0 %, 2 %, 4 %, 6 %, 8 % (w/w) on the stability of tapioca starch gels over 5 freeze – thaw cycles. The syneresis, turbidity (OD) and the hydrolysis degree by apha–amylase of starch gels were determined to analysis the effect of sugars on the stability of the tapioca starch gels. Our result showed that the freeze – thaw stability of tapioca starch gels could be improved by adding sugars. The improvement of the syneresis (%) was in the order: maltose > sucrose > glucose > fructose. The result also showed that disaccharides (sucrose, maltose) were more effective than monosaccharides (glucose and fructose) in reducing the syneresis and turbidity. Adding maltose at 8 % (w/w) was the most effective in the reduction of the starch retrogradation

Keywords: *tapioca starch gel, retrogradation, syneresis, turbidity*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. X. Zhang, Q.Y. Tong, F. Ren, Manuscript title: Influence of glucose, sucrose and trehalose on the freeze-thaw stability of tapioca starch gels, *Adv. J. Food Sci. Technol.*, 4, 4, 225–230 (2012).

[2]. M. Tako, Y. Tamaki, T. Teruya, Y. Takeda, The principles of starch gelatinization and retrogradation, *Food Nutr. Sci.*, 5, 280–291 (2014).

[3]. S.M. Chang, L.C. Liu, Retrogradation of rice starches studied by differential scanning calorimetry and influence of sugars sodium chloride and lipids, *J. Food Sci.*, 56, 2, 564–566,570 (1991).

[4]. S.S. Shamekh, Effects of lipids, heating and enzymatic treatment on starches. *VTT Publ.*, 3–43 (2002).

[5]. J. Muadklay, S. Charoenrein, Effects of hydrocolloids and freezing rates on freeze-thaw stability of tapioca starch gel, *Food Hydrocoll.*, 22, 1268–1272 (2008).

[6]. V. Sae-kang, M. Suphantharika, Influence of pH and xanthan gum addition on freeze-thaw stability of tapioca starch pastes, *Carbohydr. Polym.*, 65, 371–380 (2006).

[7]. S. Charoenrein, O. Tatirat, K. Rengsutthi, M. Thongngam, Effect of konjac glucomannan on syneresis, textural properties and the microstructure of frozen rice starch gels, *Carbohydr. Polym.*, 83, 1, 291–296 (2011).

[8]. Smith and Rose, Determine the alpha-amylase enzyme activity, *Biol. Chem*, 179, 2, 53–58 (1966).

[9]. T. Arunyanart, S. Charoenrein, Effect of sucrose on the freeze-thaw stability of rice starch gels: Correlation with microstructure and freezable water, *Carbohydr. Polym.*, 74, 514–518 (2008).

[10]. N.S. Sodhi, N. Singh, Morphological, thermal and rheological properties of

starches separated from rice cultivars grown in India, *Food Chem.*, 80, 99–108 (2003).

[11]. N.X. Liên, H.K. Anh, N.K. Sương, Tinh bột sắn và các sản phẩm từ tinh bột sắn . Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật , 231 (2005).

[12]. K. Katsuta, A. Nishimura, M. Miura, Effects of saccharides on stabilities of rice starch gels, *Food Structure*, 11, 4, 387–398 (1992).

[13]. R. C. Yuan, D.B. Thompson, Freeze-thaw stability of three waxy maize starch pastes measured by centrifugation and calorimetry, *Cereal Chemistry*, 75, 4, 571–573 (1998)

[14]. C. Perera, R. Hoover, Influence of hydroxypropylation on retrogadation properties of native, defatted and heat-moisture treated potato starches, *Food Chemistry*, 64, 361–375 (1999).

[15]. D. Sievert, Y. Pomeranz, Enzyme-resistant starch. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermomechanical, and microscopic methods, *Cereal Chemistry*, 66, 342–347 (1989).