



**ĐỒ ÁN
CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM**

LỜI MỞ ĐẦU

Trong cuộc sống hằng ngày chúng ta vẫn thường xuyên phải dùng đến các loại thực phẩm có vị ngọt như hoa quả, khoai củ, chè, nước ngọt, bánh kẹo... Ngoài vị ngọt có bản chất là protein và các axit amin thì đa phần các vị ngọt khác đều là do các loại đường tạo ra.

Đường sinh học để dùng cho chuyển hóa tế bào là Glucose nhưng trong thực tế chúng ta thường đưa vào cơ thể các dạng đường đơn, đường đa như Fructose, Mantose, Saccharose, tinh bột... lấy từ các loại hoa, củ, quả, thân cây mía, củ cải, mật ong... vốn có sẵn trong tự nhiên.

Đường thay thế (sugar substitute) được xem như là một chất tạo ngọt thay thế có vị ngọt giống như đường (Sucrose) có trong mía, củ cải qua các quá trình lên men tự nhiên hay Hydrat hóa Sucrose, đã và đang được sử dụng ngày càng rộng rãi thay thế cho đường mía bởi có nhiều ưu điểm trong ăn uống. Đường thay thế tạo ra ít năng lượng hơn đường, có nhiều lợi ích về sức khỏe, đồng thời cũng có nhiều lợi ích khác. Các loại chất ngọt thay thế có thể có trong thiên nhiên hay được tạo ra bằng phương pháp tổng hợp. Nhiều nước trên thế giới chẳng hạn như Mỹ, Trung Quốc, Nhật Bản... đã nghiên cứu và sản xuất các loại chất ngọt thế hệ mới, khắc phục nhược điểm nói trên của đường kính. Người ta phân loại làm 2 dạng đường:

- Đường thay thế có độ ngọt cao, rất ít calori vì tính chất ngọt cao (Saccharin, Cyclamate, Acesulfame K, Aspartam) nên lượng tiêu thụ thấp. Trong số này, một số chất ngọt thay thế có mức độ ngọt cao hơn đường tự nhiên (100-13 000 lần). Chúng không thay đổi đường huyết và không kích hoạt điều tiết insulin, được sử dụng như đường trong nhà bếp, thức uống và chế phẩm từ sữa. Tuy nhiên có nhiều tác dụng phụ như chóng hơi, tiêu chảy, đau đầu, khó thở. Cho nên đây chưa phải là những thay thế tối ưu cho Sacarose trở thành nguồn dinh dưỡng mới cho thế kỉ 21.
- Đường thay thế có độ ngọt thấp hoặc polysaccharide (Sorbitol, Mannitol, Isomalt, Maltitol...) mang hương vị ngọt nhẹ nhàng và lượng calori thấp hơn so với Saccharose (2-2,6 kcal/g), được sử dụng trong kẹo, chewing gum không đường và vài loại chocolate. Chúng không gây sâu răng, ít thay đổi đường huyết, chống táo bón, không làm tăng nguy cơ mắc bệnh béo phì, tiểu đường và bệnh tim... Mở ra một kỷ nguyên mới về dinh dưỡng và sức khỏe.

Trong bài dưới đây đề cập tới dạng đường thay thế có độ ngọt thấp như Erythritol, Lactitol, Isomalt. Với nhiều ưu điểm vượt trội so với đường(Sucrose) như lợi ích cho sức khỏe, dùng trong chế biến trong công nghiệp, trong sinh hoạt hàng ngày.

Mục lục

Chương 1: Erythritol	6
1.1.Lịch sử phát triển.....	6
1.2.Tính chất vật lý.....	6
1.2.1.Hình dạng và cấu trúc	6
1.2.2. Điểm nóng chảy và đặc điểm về nhiệt độ.....	7
1.2.3 Độ tan trong nước ở những nồng độ khác nhau so với sucrose.....	7
1.2.4.Tính chất chống oxy hóa.....	7
1.2.5.Tính ổn định	8
1.3.Lợi ích cho sức khỏe	8
1.3.1.Không calori.....	8
1.3.2. Lợi ích về răng miệng.....	8
1.3.3.Không làm gia tăng lượng đường huyết.....	9
1.3.4.Mức độ chuyển hóa cao.....	10
1.3.5.Khả năng tiêu hóa.....	10
1.3.6. Quá trình hấp thu của Erythritol.....	11
1.4.Lợi ích về công nghệ thực phẩm.....	12
1.4.1.Độ ngọt	12
1.4.2.Phối hợp với các loại chất ngọt khác.....	12
1.4.3.Erythritol chất ngọt hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên.....	12
1.4.4.Bảng chất ngọt.....	12
1.5.Quy trình sản xuất	13
1.6.Ứng dụng.....	16
1.6.1. Đồ uống.....	16
1.6.2.1.Sử dụng Erythritol trong các đồ uống không calo có ga đông lạnh.....	17
1.6.3.Kẹo cao su.....	17
1.6.4. Chocolate	21
1.6.5.Kẹo mềm.....	22
1.6.6.Kẹo Fondant.....	23
1.6.7.Viên ngậm.....	23
1.6.8. Sản phẩm bánh ngọt	23
1.6.9.Bánh mì ngọt.....	23
1.7.Độ an toàn.....	25
1.7.1.Độc tố Toxicologic	25
1.7.2.Nguyên cứu lâm sàng	25
1.8. Phạm vi sử dụng của Erythritol.....	25
Chương 2: Lactitol	25
2.1.Tổng quan	27
2.1.1.Lịch sử	27
2.1.2.Quy trình sản xuất	27
2.2. Tính chất vật lý và hóa học.....	28
2.2.1.Tính bền vững	28
2.2.2.Độ hòa tan.....	29

2.2.3.Độ nhót	30
2.2.4.Khả năng làm mát	31
2.2.5.Nhiệt độ sôi cao	31
2.2.6.Khả năng hút ẩm	32
2.2.7.Hoạt độ của nước	32
2.3.Độ ngọt của Lactitol	33
2.4.Lợi ích cho sức khỏe	34
2.4.1.Sự trao đổi chất	34
2.4.2.Lactitol là một prebiotic	35
2.4.3. Lactitol dùng để điều trị bệnh não nguyên nhân từ gan.....	37
2.4.4.Lactitol và bệnh tiểu đường.....	38
2.4.5.Bảo vệ răng miệng	38
2.5. Ứng dụng	40
2.5.1. Chocolate	40
2.5.2.Sản phẩm bánh nướng.....	41
2.5.2.Kẹo cao su và sản phẩm bánh kẹo	42
2.5.3.Kem và sản phẩm đông lạnh.....	43
2.5.4.Bảo quản.....	43
2.5.5.Viên nén.....	43
2.6.Phạm vi sử dụng Lactitol	43
2.7.Kết luận.....	43
<i>Chương 3: ISOMALT</i>	45
3.1.Tổng quát	47
3.2.Lợi ích trong công nghệ thực phẩm	47
3.2.1.Độ ngọt	47
3.2.2.Khả năng tương thích với các loại đường khác	47
3.3.Tính chất vật lý và hóa học.....	47
3.3.1.Độ bền.....	47
3.3.2.Acid và thủy phân enzym	48
3.3.3.Tính tan	48
3.3.4. Độ nhót	49
3.4.Tính chất sinh học	47
3.5.Ứng dụng	52
3.5.1.Kẹo cứng	54
3.5.1.1.Quy trình công nghệ	55
3.5.2.Chocolates.....	55
3.5.3.Viên nén.....	55
3.6.Tính an toàn	55
3.7.Quy định sử dụng trên thế giới	56
3.8.Kết luận.....	56
Tổng kết.....	57

MỤC LỤC HÌNH

Hình 1.1: Erythritol	6
Hình 1.2: cấu trúc phân tử của erythritol	7
Bảng 1.2: Hàm lượng erythritol trong một số thực phẩm	8
Hình 1.3: đường cong của mảng bám kẽ răng trong của một tình nguyện viên trước và sau 30 phút dùng Erythritol.	9
Hình 1.4: chỉ số insulin, chỉ số đường huyết	10
Hình 1.5: độ ngọt lấy sucrose làm chuẩn	12
Hình 1.6: phản ứng thủy phân của tinh bột	15
Hình 1.7: Tính chất của Erythritol so với sucralose trng sản phẩm coca	16
Hình 1.8: Tác động của erythritol lên trà, cà phê, nước ép bưởi.....	17
Hình 1.9: Hiệu quả làm mát của Erthritol so với các loại đường khác trong 30g/100g nước	18
Hình 1.10: Sơ đồ so sánh cấu trúc của kẹo cao su sau 3 tháng lưu giữ (với sorbidex ở 5,20,50,100%)	19
Hình 1.11: bảng so sánh các tính chất của so-co-la sử dụng Sorbitol và Erythritol.....	21
Hình 2.1: Lactitol dạng tinh thể - dạng viên nén	27
Hình 2.2: Cấu trúc phân tử của lactitol.	28
Hình 2.3: Độ tan của Lactitol so với Sucrose ở những nhiệt độ khác nhau	29
Hình 2.4. Độ tan của Lactitol so với polyols khác được thể hiện trong hình.	30
Hình 2.5: Độ nhớt của Lactitol (60%) và sucrose ở 20 ⁰	31
Hình 2.6: Nhiệt độ sôi của Lactitol và Sucrose	32
Hình 2.7: Hoạt độ của nước khi dùng Lactitol so với Sucrose	33
Hình 2.8: Mối quan hệ giữa độ ngọt của một số loại đường.....	34
Hình 2.9: hệ tiêu hóa ở người	36
Hình 2.10: Độ pH của Lactitol và Sucrose trong thí nghiệm (5 ngày)	37
Hình 2.11: Độ nhớt của chocolate ở 50 ⁰ C khi dùng dạng bột Lactitol so với Sucrose ...	40
Hình 2.12: Độ nhớt của socola ở 50 ⁰ C.....	41
Hình 2.13: Độ hấp thụ nước ở nhiệt độ 20 ⁰ C	42
Hình 2.14: Độ hút ẩm.....	43
Hình 3.1: Isomalt dạng thương phẩm.....	44
Hình 3.2: Enzym chuyển đổi từ Sucrose thành Isomaltulose	45
Hình 3.3: Hydro hóa isomaltulose thành isomalt	45
Hình 3.4: So sánh kẹo có hương bạc hà, bạc đàn	46
Hình 3.5: Thủy phân isomalt và sucrose trong HCl 1% ở 100 ⁰ C.....	47
Hình 3.6: So sánh độ tan Isomalt st, Isomalt gs, Sucrose	48
Isomalt gs có độ tan 41,5g/100g ở 20 ⁰ C , có độ tan cao hơn so với các loại đường biến thể isomalt khác.	48
Hình 3.7: Quy trình sản xuất kẹo cứng bằng isomalt	50
Hình 3.8: Tổng thời gian tan chảy so sánh từng cặp kẹo	51
Hình 3.9: biểu diễn khối lượng thay đổi do hút ẩm ở 25 ⁰ C sau 7 ngày không bao bì.....	52
Hình 3.10: quy trình sản xuất chocolates isomalt LM.	53
Hình 3.11: So sánh thời gian hòa tan của isomalt	54

MỤC LỤC BẢNG

Bảng 1.1: nhiệt độ kết tinh, nhiệt độ nóng chảy của các loại đường.....	7
Bảng 1.3: liều lượng tối đa của Erythritol và các loại polyse khác.....	11
Bảng 1.4: Độ ngọt của hỗn hợp các polyse theo thành phần phần trăm mỗi chất	13
Bảng 1.5: Thành phần chính của tin bột ngô vàng	15
Bảng 1.6: So sánh polysaccharide trên các thông số lớp phủ nhai kẹo cao su	20
Bảng 1.7: công thức làm kẹo có chứa Erythritol	21
Bảng 2.1: Độ ổn định của Lactitol và một số chất ngọt khác ở pH khác nhau	29
Bảng 2.2: Khả năng làm mát của Lactitol so với sucrose	31
Bảng 2.3: Mối quan hệ giữa độ ngọt của sucrose và lactitol ở 25 ⁰ C.....	34
Bảng 2.4: Nồng độ pH được tạo ra bởi các vi khuẩn đường ruột khi Lactitol(10%) được bổ sung.....	37
Bảng 2.5: Độ hoạt động của các vi khuẩn đường ruột với các nồng độ Lactitol khác nhau	
Bảng 3.1: công thức cơ bản cho chocolates	53
Bảng 3.2 : công thức sản xuất viên nén isomalt DC	54

Chương 1: Erythritol



Hình 1.1: Erythritol

1.1. Lịch sử phát triển:

Trước thập kỷ 1980 khi mà thực phẩm tự nhiên bắt đầu phát triển rộng rãi. Ceresar bắt đầu một nghiên cứu về việc sản xuất những loại đường mới, ít calori, để sử dụng từ một qui trình lên men liên tục. Dự án đã được báo cáo trong các tài liệu có liên quan đến các loại đường như Sorbitol, Mannitol, Xylitol, Erythriol hay Glycerol có thể được sản xuất thông qua con đường vi sinh vật.

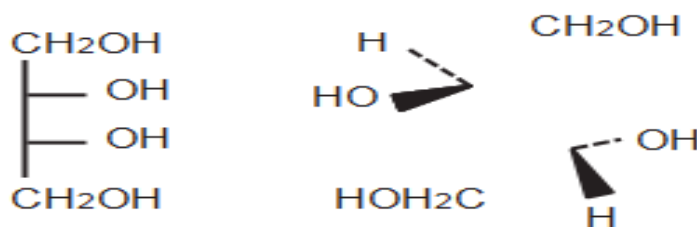
Trong giới hạn của nghiên cứu, một dòng men rất quan trọng được tìm thấy để sản xuất Erythritol. Ngoài ra, nghiên cứu cũng chứng minh rằng Erythritol cơ bản không chứa calo và có độ hấp thụ thấp. Những tính chất độc đáo riêng dẫn đến việc Erythritol được tiếp thị một cách nhanh chóng như một chất ngọt có nguồn gốc tự nhiên tại thị trường Nhật Bản trước thập niên 90 khi vừa mới được chấp nhận.

Cerestar phát triển trên một quá trình lên men bằng cách sử dụng nguyên liệu tự nhiên, cải thiện năng suất, hiệu quả lên men và các bước thanh lọc tốt hơn nên kết quả là tạo ra Erythritol có độ tinh khiết cao. Cerestar bắt đầu sản xuất sản phẩm Erythritol trên qui mô thương mại vào năm 1993 cho thị trường Nhật Bản với tốc độ phát triển nhanh chóng. Một kế hoạch khác cũng bắt đầu tiến hành để được sự chấp thuận sử dụng sản phẩm tại Bắc Mỹ, châu Âu và các khu vực khác trên thế giới. Ngày nay, Erythritol được chấp thuận cho sử dụng trong thực phẩm ở các nước trên thế giới.

1.2. Tính chất vật lý:

1.2.1. Hình dạng và cấu trúc:

Erythritol có màu trắng, dạng rắn, không hút ẩm, có dạng bột mịn hay tinh thể với vị ngọt nhẹ và có hình dạng giống Sucrose. Erythritol là một đường đa chức với 4 C. Kích thước phân tử nhỏ và có nhiều tính chất độc đáo.



Hình 1.2: cấu trúc phân tử của erythritol

CTPT: $C_4H_{10}O_4$

Tên hóa học: 1,2,3,4-butanetetrol, meso-erythritol

KLPT: 122,12

1.2.2. Điểm nóng chảy và đặc điểm về nhiệt độ:

Với khối lượng phân tử thấp so với đường sucrose và các polysaccharide khác, Erythritol có nhiệt độ sôi là $121^{\circ}C$, và điểm đông đặc thấp, có độ hòa tan thấp hơn so với các polysaccharide khác.

$^{\circ}C$	Erythritol	Lactitol	Sucrose	Xylitol	Isomalt	Soibitol	Manitol
Nhiệt độ kết tinh	-42	30	52	-22	34	-5	-39
Nhiệt độ nóng chảy	121	122	190	94	145-150	97	165

Bảng 1.1: nhiệt độ kết tinh, nhiệt độ nóng chảy của các loại đường

1.2.3 Độ tan trong nước ở những nồng độ khác nhau so với sucrose:

Giống như điểm nóng chảy và đông đặc. Hoạt độ cao với nước trong các nồng độ đương lượng so với sucrose và một số polysaccharide khác.

1.2.4 Tính chất chống oxy hóa:

Erythritol có khả năng phản ứng cao với các gốc hydroxyl tự do ($OH \bullet$) có sự xúc tác bởi các kim loại như sắt và đồng. Các gốc tự do hydroxyl phản ứng ở một tỷ lệ rất cao với hầu như bất kỳ phân tử sinh học, thủy phân hydrogen, hoặc quá trình oxy hóa. Điều này dẫn đến protein, màng tế bào và DNA bị hư hỏng, cuối cùng gây ra rối loạn chức năng tế bào hoặc phá hủy tế bào. Phân tử sinh học hay các tế bào trong cơ thể có thể được bảo vệ để chống lại các gốc tự do bằng việc sử dụng các chất chống oxy hóa để phá hủy các gốc tự do. Chất chống oxy hóa là các hợp chất phản ứng với các gốc tự do trước khi chúng phản ứng với các phân tử sinh học (tế bào). Điều này ngăn cản những thiệt hại của các protein, màng tế bào và DNA, và do đó bảo vệ tế bào chống lại các tác hại của các gốc tự do.

Erythritol có khả năng tiêu hóa đến 90% và được chuyển hóa hoàn toàn, có tiềm năng lớn nhờ khả năng chống oxy hóa trong cơ thể người. Polysaccharide cũng có tác dụng như Erythritol là Mannitol. Giống như những polysaccharide khác, Erythritol cũng

có khả năng khử những gốc oxy tự do. Nó được tiêu hóa tốt nhưng không chuyển hóa, chỉ tuần hoàn trong cơ thể do đó có tác dụng chống oxy hóa.

1.2.5. Tính ổn định:

Erythritol có tính ổn định cao. Nó không bị phân hủy trong cả hai môi trường axit hoặc kiềm. Không hòa tan trong một số dung môi phân cực khác. Nó thường được sử dụng kết hợp với Maltitol trong các công thức Erythritol đóng vai trò là hệ số hòa tan giới hạn của các yếu tố như xyro trong bánh ngọt.

1.3. Lợi ích cho sức khỏe:

1.3.1. Không calori: Erythritol là một loại chất ngọt không chứa calory

Không giống như những polysaccharide khác, khi Erythritol được sử dụng để thay thế, đặc biệt có lợi mặc dù sử dụng với số lượng lớn vì không có calori. Do kích thước phân tử nhỏ, Erythritol được hấp thụ tốt ở hệ tiêu hóa. Mặc dù được hấp thụ tốt nhưng không được chuyển hóa. Thân loại bỏ erythritol từ máu và bài tiết hoàn toàn qua nước tiểu. Một số được hấp thụ qua ruột già thì bài tiết hoàn toàn qua phân. Nó không lên men giống những loại đường đa khác, do đó không đóng góp calo từ sự lên men sản phẩm absorpion (acid béo dễ bay hơi, VFA). Do đó, erythritol chứa 0cal/g.

Rượu	130-300mg/l
Rượu sherry	70mg/l
Sake	1550md/l
Nước tương	910mg/l
Dưa hấu	22-47mg/kg
Lê	0-40mg/kg
Nho	0-42mg/kg

Bảng 1.2: Hàm lượng erythritol trong một số thực phẩm

Erythritol không có mặt trong hệ thống trao đổi chất, không lên men ở đại tràng, cho nên việc sử dụng erythritol không cung cấp calori cho cơ thể (trên các nhãn sản phẩm chứa Erythritol được ghi 0kcal/g trong bảng thành phần dinh dưỡng). Erythritol được sử dụng như những loại chất ngọt không có calori trong chương trình dinh dưỡng).

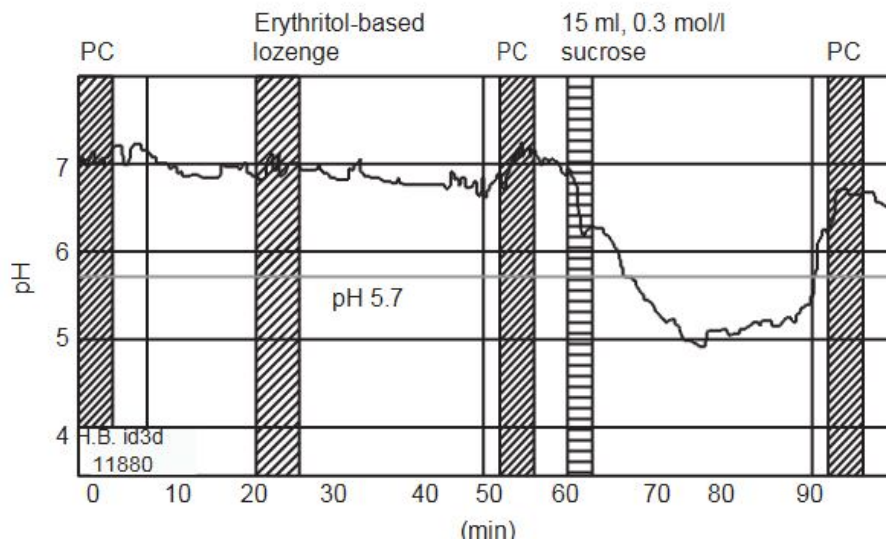
1.3.2. Lợi ích về răng miệng:

Tính chất không có calori của Erythritol đã được chứng minh bằng cách sử dụng các phương pháp khác nhau. Trong ống nghiệm, tiến hành ủ với một loạt các loài *Streptococcus* (liên cầu khuẩn) đã chỉ ra rằng việc sử dụng Erythritol không tạo ra acid lactic cũng như không tạo ra các acid hữu cơ khác. Trong cùng một điều kiện thử nghiệm, Xylitol đã đưa ra một phản ứng tương tự. Tiến hành thí nghiệm, nhưng sử dụng Maltitol, Sorbitol, Mannitol, Lactitol và Isomalt cho thấy có tạo ra một lượng nhỏ acid. *Streptococcus* (liên cầu khuẩn) không thể phát triển trên Erythritol và do đó không thể sản xuất các glucosyltransferase cho phép tổng hợp vật liệu hình thành mảng bám glucan. Trong thử nghiệm vi sinh này cho thấy rằng *Streptococcus* đã không thể sản

xuất mảng bám cao phân tử khi ủ trên Erythritol, trái ngược với cùng các nhóm *Streptococcus* (liên cầu khuẩn) được ủ trên sucrose.

Trong thử nghiệm mảng bám đối với độ pH, kiểm tra này được dựa trên sự hình thành các axit hữu cơ trong mảng bám răng, sau khi tiếp xúc để carbohydrate trong chế độ ăn uống lên men, và các biện pháp giảm tương ứng của pH mảng bám. Tiềm năng của thực phẩm gây ra các giá trị pH thấp thường gắn liền với sự khởi đầu của sâu răng. Nếu giá trị pH mảng bám sau khi ăn phải thực phẩm vẫn còn ở trên giá trị pH là 5,7, thực phẩm được coi là an toàn cho răng. Erythritol được nghiên cứu trong một thử nghiệm độ pH mảng bám trong các hình thức của một viên thuốc kết tinh (hình thoi). Một ví dụ của một đường cong độ pH từ những phép đo pH của mảng bám trong quá trình nhai của viên Erythritol được thể hiện trong hình.1.Sucrose được sử dụng cùng một điều kiện. Tất cả các xét nghiệm liên tục đã chứng minh tính chất không chứa clory gây ra bệnh sâu răng của Erythritol.

Hầu hết các loại đường polysaccharide đều không gây sâu răng. Không thúc đẩy sự phát triển của vi khuẩn gây sâu răng. Giống như xylitol, Erythritol có những thuộc tính làm giảm số lượng vi khuẩn, giảm tỷ lệ sâu răng. Một nghiên cứu lâm sàng về tỷ lệ mảng bám, bằng cách sử dụng Xylytol, Erythritol.Viên ngậm Erythritol có tác dụng đáng kể nhất. Cần có nhiều thử nghiệm hơn nữa về tác dụng của Erythritol, nhưng kết quả trên cho thấy khả năng Erythritol cũng có tác dụng như Xylytol.

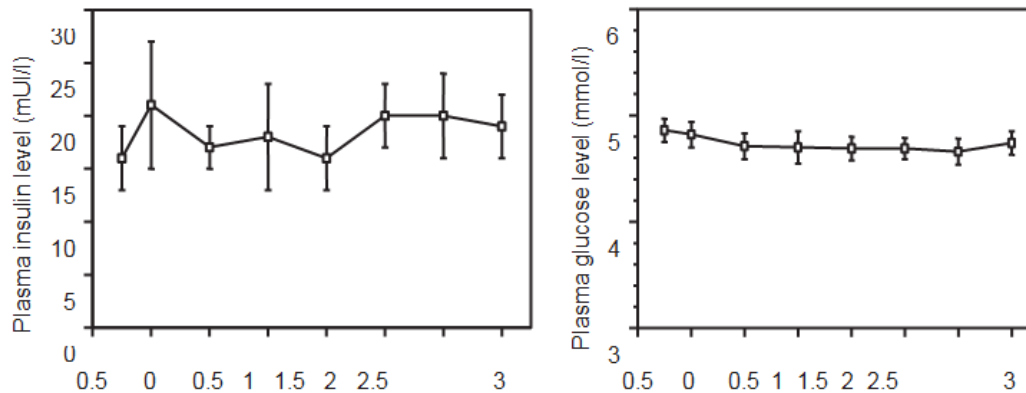


Hình 1.3: đường cong của mảng bám kẽ răng trong của một tình nguyện viên trước và sau 30 phút dùng Erythritol.

1.3.3.Không làm gia tăng lượng đường huyết:

Erythritol không chuyển hóa nên không làm tăng chỉ số đường huyết trong máu hoặc chỉ số insulin. Điều này đã biến Erythritol thành một chất ngọt được sử dụng cho những đối tượng đặc biệt – những người muốn kiểm soát lượng đường trong máu.

Các nghiên cứu lâm sàng chứng minh rằng tiêu thụ của Erythritol không làm tăng mức đường huyết hoặc mức insulin. Điều này cũng làm cho Erythritol trở thành một chất ngọt thích hợp cho những người bị bệnh tiểu đường. Trong một nghiên cứu được thực hiện bởi Bornet, 3,12 là đường huyết và 5,1 là mức insulin, đo lên đến 3 giờ sau khi uống một liều duy nhất 1 g trọng lượng cơ thể Erythritol / kg, không bị ảnh hưởng bởi Erythritol (Hình 1.4).



Hình 1.4: chỉ số insulin
(thí nghiệm cho 8 người sau khi sử dụng 1g/1kg người Erythritol, thanh ngân là tiêu chuẩn trung bình)
chỉ số đường huyết

Tầm quan trọng của thực phẩm ít đường huyết được ngày càng được chú ý nhiều hơn và nhiều hơn nữa vì lợi ích tiềm năng sức khỏe của chúng. Chúng bao gồm giảm nguy cơ phát triển bệnh tiểu đường tuyp 2, nguy cơ có thể xảy ra hạ đường huyết, biến chứng tiểu đường lâu dài và bệnh tim mạch vành thấp hơn, và giúp kiểm soát bệnh béo phì.

1.3.4. Mức độ chuyển hóa cao:

Giống như một số loại đường khác, các loại đường ít calorie có thể gây ra các tác dụng phụ trong quá trình tiêu hóa. Một số triệu chứng đó là đầy hơi, khó tiêu, phân lỏng, tiêu chảy...

Nguyên nhân của các triệu chứng đó là do quá sự hấp thụ kém và quá trình lên men trong ruột già. Nhưng Erythritol không gây các triệu chứng đã nêu khi sử dụng, ngược lại được hấp thụ tốt và không lên men. Kiểm tra lâm sàng cho thấy Erythritol được hấp thụ tốt nhất so với các loại đường khác, không có tác dụng phụ, được tiêu hóa gấp 2-4 lần so với các loại đường dinh dưỡng như fructose, lactose.

1.3.5. Khả năng tiêu hóa:

Các carbohydrate trong thức ăn có mức độ tiêu hóa khác nhau trong hệ tiêu hóa tùy thuộc vào công thức phân tử và tính chất hóa học. Monosaccharide đơn giản trực tiếp hấp thụ qua lớp tế bào niêm mạc của ruột và tỷ lệ hấp thụ có thể phụ thuộc vào hoạt động cơ chế hấp thụ thụ động. Glucose được hấp thụ một cách nhanh chóng và tích cực so với fructose được hấp thụ qua cơ chế trung gian. Disaccharide đầu tiên cần phải được thủy phân bởi các hệ thống enzyme trong ruột trước khi có thể được hấp thụ.

olysaccharide như tinh bột hoặc glycogen do phức tạp, phân nhánh hấp thụ gián tiếp. Hệ thống enzyme phân giải thành các monosaccharide. Monosaccharide hấp thụ được vận chuyển trong cơ thể và được oxy hóa thành CO₂ để cung cấp năng lượng hoặc được chuyển hóa các chất khác như glycogen hoặc các chất béo để lưu trữ năng lượng. Còn lại các cấu trúc polysaccharide không thủy phân được hoặc dư lượng oligosaccharide trong ruột bị vi khuẩn lên men trong ruột già, được hấp thụ tiếp tục có thể đóng góp thêm năng lượng.

Erythritol được thành lập chỉ số tiêu thụ về lượng mức sử dụng, nếu vượt ngưỡng sẽ gây một số tác dụng phụ không mong muốn về đường ruột như đau bụng đầy hơi, nghiêm trọng hơn là tiêu chảy. Nguyên nhân của một số triệu chứng này là kết quả của hiệu ứng thẩm thấu, một số khác là do sự suy thoái lên men trong ruột kết của các hợp chất. Nhiều nghiên cứu cho thấy sự tiêu hóa kém ở người đã chỉ ra rằng tỷ lệ mắc và mức độ nghiêm trọng của những tác dụng phụ diễn ra trong đường ruột phụ thuộc vào mức tiêu thụ polyol cụ thể, phương thức tiêu hóa, sự tồn tại của một thời gian thích ứng trước đó và tính nhạy cảm cá nhân cho các loại hiệu ứng. Mặc dù Erythritol cũng thuộc nhóm polysaccharide nhưng mức độ tiêu hóa cao hơn nhiều hơn các loại đường khác, độ tiêu hóa đến 90%, tiêu hóa dễ dàng ở ruột non, một lượng nhỏ ở ruột già. Các nghiên cứu lâm sàng cho thấy mức độ tiêu hóa ở một người lớn đối với Erythritol có thể lên tới 1g/1kg/người (80g/ngày) không thống kê từ những người có mức độ tiêu thụ sucrose khác nhau. Do đó Erythritol không gây ra những triệu chứng về đường ruột trong điều kiện sử dụng cho khách hàng.

Mức độ tiêu hóa dễ dàng Erythritol đặc biệt thuận lợi khi sử dụng trong các loại thức uống kể cả khi lượng đồ uống có thể tương đối cao. Mức độ sử dụng 1% đến 3% là đủ để tạo ra các lợi ích cảm quan mong muốn. Nồng độ 3,5% Erythritol là đáng trưng.

Polyol	Maximum bolus dose not causing laxation (g/kg body weight)		Reference
	Male	Female	
Erythritol	0.66	0.80	Oku ¹³
Sorbitol	0.17	0.24	Oku ¹³
Maltitol	0.3	0.3	Koizumi ¹⁴
Isomalt	0.3	–	Oku ¹⁵
Xylitol	0.3	0.3	BIO-Clinica ¹⁵

Bảng 1.3: liều lượng tối đa của Erythritol và các loại polyse khác

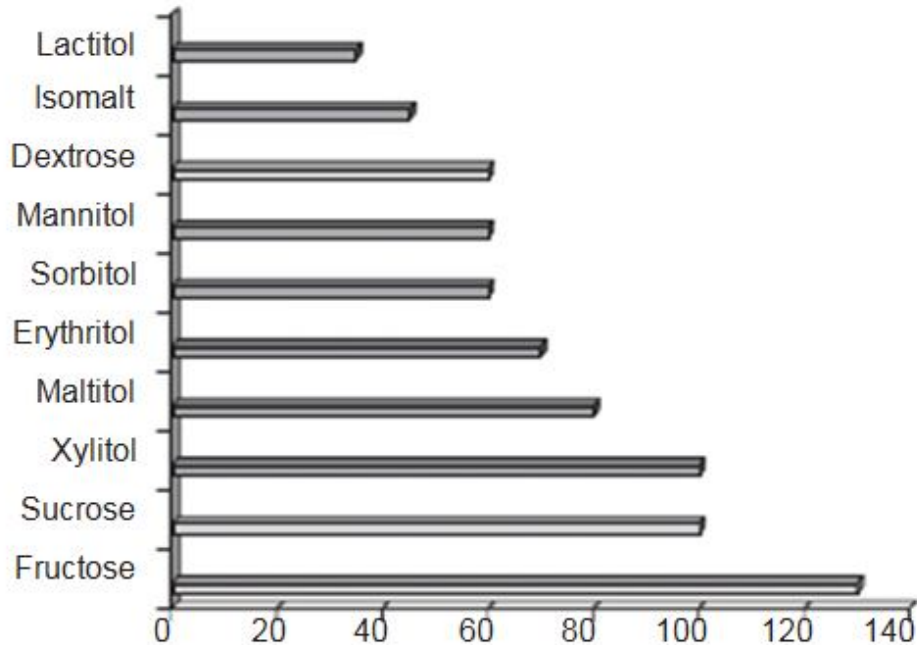
1.3.6. Quá trình hấp thụ của Erythritol:

Erythritol được hấp thụ từ ruột gần như bằng cách khuếch tán thụ động tương tự như các chất có trọng lượng phân tử thấp phân tử hữu cơ mà không có phụ thuộc đến hoạt động của hệ thống vận chuyển. Tỷ lệ hấp thụ của các loại phân tử có liên quan đến kích thước phân tử của chúng. Do đó, Erythritol, một phân tử carbon 4, đi qua màng ruột với tốc độ nhanh hơn so với các phân tử lớn hơn như Xylitol (5 carbon phân tử) và Sorbitol (6 carbon phân tử). Mức độ hấp thụ của Erythritol có thể được xác định một cách dễ dàng, khi không tham gia vào quá trình trao đổi chất và được bài tiết không thay đổi qua nước tiểu.

1.4.Lợi ích về công nghệ thực phẩm:

1.4.1.Độ ngọt:

Giống những loại đường đa chức khác, Erythritol có độ ngọt lớn, nhưng không gây gắt, có sự ổn định về mặt vi sinh học vì có cấu trúc tương tự như Sucrose, nếu lấy sucrose làm chuẩn thì Erythritol có độ ngọt từ 60-70% so với sucrose và tùy vào từng loại thực phẩm.



Hình 1.5: độ ngọt lấy sucrose làm chuẩn

1.4.2.Phối hợp với các loại chất ngọt khác:

Erythritol không có độ ngọt lớn như các loại chất ngọt có cường độ lớn khác. Tuy nhiên do giá thành cao mà độ ngọt không quá cao (60-70% so với Sucrose). Do đó Erythritol thường được kết hợp với các loại chất ngọt khác. Quan trọng hơn, Erythritol được cải tiến qua thời gian, như mức độ cảm nhận của vị giác, các thuộc tính khác khi kết hợp với các loại chất ngọt có cường độ cao. Các cải thiện về độ ngọt của Erythritol đã được chứng minh với những chất ngọt nhân tạo có độ ngọt cao (Saccharine, Aspartame, Acesulfame potassium and Sucralose) và với những chất ngọt tự nhiên có cường độ cao (stevia, thaumatin and *lo han quo*).

1.4.3.Erythritol chất ngọt hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên:

Trong khi những thực phẩm có nguồn gốc tự nhiên là chủ đề tranh cãi ở Mỹ thì Erythritol đáp ứng đầy đủ yêu cầu khắc khe. Erythritol có nguồn gốc tự nhiên và được sản xuất từ những thành phần tự nhiên thông qua quá trình lên men. Quá trình sản xuất Erythritol hữu cơ cũng đã được phát triển bởi *Cargill* và đã được chứng nhận hữu cơ tiêu chuẩn USDA. Chú ý rằng, trong khi một số loại đường khác cũng có nguồn gốc tự

nhiên sản xuất qua quá trình lên men tự nhiên nhưng không được thương mại hóa, và không có một loại đường nào được công nhận là hợp chất hữu cơ.

Erythritol có mặt trong các loại trái cây, rau quả, thực phẩm lên men. Nó cũng có trong cơ thể người, thực vật, động vật.

1.4.4. Bảng chất ngọt:

Trong bảng các ứng dụng chất ngọt, Erythritol được sử dụng ở các cấp độ lên đến 99,9% như là một chất không calo, là *chất mang* cho những chất ngọt có cường độ cao. Trong các ứng dụng này, sự điều chỉnh tính chất của Erythritol có ảnh hưởng rất quan trọng đối với cảm quan trong cường độ vị ngọt tổng hợp, cải thiện cảm nhận và che giấu việc mất hương vị sản phẩm. Ngoài ra, do cấu trúc tinh thể của Erythritol và tương tự như sucrose, và thuộc tính không hút ẩm, nó cung cấp khả năng chảy tuyệt vời và ổn định cho các sản phẩm bánh kẹo.

Định lượng sức mạnh tổng hợp với chất làm ngọt có cường độ cao:

Hỗn hợp của Erythritol và các chất làm ngọt cường độ cao đã được nghiên cứu để xác định xem một tác dụng tổng hợp của hỗn hợp 2 chất ngọt. Phương pháp tiếp cận bao gồm phát triển và đánh giá hỗn hợp các chất làm ngọt, dựa trên đơn chất của chúng/ đáp ứng (CR) chức năng, dự kiến sẽ có cường độ ngọt bằng nhau. Sức mạnh tổng hợp giữa Erythritol và một chất làm ngọt có cường độ cao xảy ra trong những trường hợp cường độ ngọt của hỗn hợp hai chất có sự khác nhau có ý nghĩa thống kê. Độ ngọt cao hơn so với cường độ ngọt của chỉ một chất phụ gia trong các giải pháp. tỷ lệ Erythritol-aspartame(6:1) và Erythritol-acesulfame-K(6:1) được đánh giá cường độ ngọt trong thử nghiệm ngẫu nhiên bằng cách sử dụng một quy mô dòng không có cấu trúc với các ở mức 0% và tương đương sucrose 16% giá trị (SEV) bằng cách so sánh chống lại điều khiển sucrose.

Nói chung, trong hỗn hợp Erythritol là đóng góp lớn cho độ ngọt cho hỗn hợp. Chỉ có một lượng nhỏ của aspartame hoặc acesulfame-K là cần thiết để tăng cường độ ngọt ngào của Erythritol khoảng 30%.

Sweetener combinations	Erythritol-intense sweetener ratio (sweetness contribution)					
	1-99	5-95	15-85	85-15	95-5	99-1
Expected sweetness (SEV)	10	10	10	10	10	10
Erythritol-aspartame	3	7	10	30*	25*	24*
Erythritol-acesulfame-K	12	8	19*	32*	31*	27*

*Significant at $p = 0.05$.

Bảng 1.4: Độ ngọt của hỗn hợp các polyse theo thành phần phần trăm mỗi chất

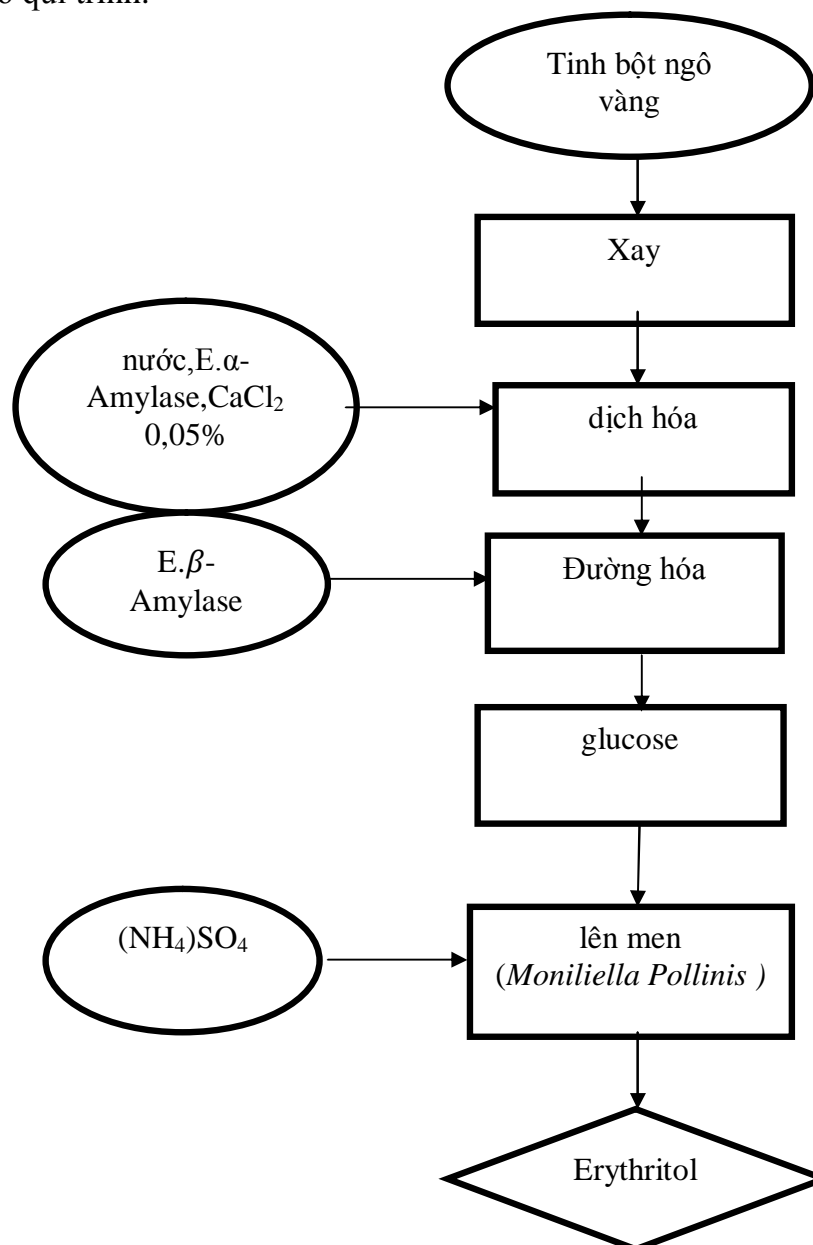
1.5. Quy trình sản xuất:

Quá trình sản xuất công nghiệp erythritol dựa trên quá trình lên men tự nhiên, sử dụng nấm *Moniliella pollinis*. Men *Moniliella pollinis* lần đầu tiên được phân lập từ phần hoa tươi tìm thấy trong một tổ ong, sau đó đã được rằng, dưới các điều kiện có sẵn bên phải dinh dưỡng và oxy-gen, sinh vật này sẽ sản xuất Erythritol ở mức tương đối

cao. Trong những điều kiện như các chất dinh dưỡng, oxy, có thể sản xuất erythritol ở mức độ cao. Erythritol là polyol đầu tiên được sản xuất thương mại dựa trên một quá trình lên men tự nhiên hoàn toàn. Các nguyên liệu ban đầu là dextrose hoặc sucrose hay tinh bột ngô được thủy phân bằng enzyme tạo ra glucose rồi tiến hành lên men bằng *Moniliella pollinis* sau đó được tiến hành sấy khô và thu nhận được erythritol có độ tinh khiết lên đến 99,5%. Ngoài ra còn thu được ra một hỗn hợp của polyols chứa chủ yếu là Erythritol, với glycerol và ribitol. Hoặc Loại bỏ các tạp chất tiến hành thanh lọc (dịch trái cây), sau đó Erythritol được kết tinh từ liquor và sấy khô tạo tinh thể có độ tinh khiết đến 99%.

Có nhiều con đường hóa học để tổng hợp Erythritol nhưng rất phức tạp và tốn kém. Lên men là một quá trình đơn giản chỉ cần một vài bước và ít tốn kém hơn bởi vì các chất nền ban đầu thấp chi phí và có sẵn.

Sơ đồ qui trình:



Giải thích quy trình:

Tinh bột ngô vàng :thành phần chính

Tinh bột(%)	62,6
Nước(%)	15,1
Protein thô(%)	8,4
Chất béo thô(%)	3,7
Xơ(%)	2,0
Tro(%)	1,5

Bảng 1.5: Thành phần chính của tinh bột ngô vàng

Giai đoạn 1: Thủy phân tinh bột ngô để sản xuất glucose

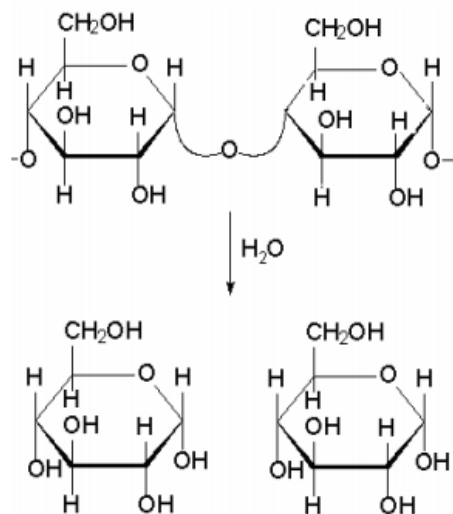
Các giai đoạn chính trong quá trình sản xuất glucose từ tinh bột ngô gồm quá trình hồ hóa và dịch hóa tinh bột bằng E.α-Amylase, đường hóa bằng E.β-Amylase

Xay: làm nhỏ kích thước hạt tinh bột chuẩn bị cho quá trình hydrat hóa.

Dịch hóa: Hạt tinh bột bắp có hình đa giác hay hình tròn, kích thước 10μm, hàm lượng amylose chiếm đến 80%. Ở trạng thái bình thường các phân tử tinh bột liên kết với nhau bằng liên kết H. Khi hòa tan tinh bột vào nước, các phân tử nước thâm nhập vào giữa các phân tử tinh bột, Các phân tử hút nước sẽ xảy ra quá trình hydrat hóa các nhóm hydroxy tự do ,tạo ra lớp vỏ nước và làm cho mắt xích của tinh bột bị xê dịch, “rão” ra rồi trương nở. Cuối cùng làm bung phân tử tinh bột và hệ chuyển thành dạng dung dịch.

Quá trình hồ hóa tinh bột bắp :được thực hiện ở nhiệt độ 65⁰C trong vòng 30 phút, sử dụng CaCl₂ phá hủy các liên kết H nên làm tăng khả năng hòa tan của tinh bột. Hạt tinh bột trương nở, tăng độ trong suốt và độ nhớt khi gia nhiệt, các phân tử mạch thẳng và nhỏ thì hòa tan và sau đó liên hợp với nhau để tạo thành gel(tạo thành các dextrin)

Đường hóa: Sử dụng E.β-amylase vàE. glucoamylase phân cắt các liên kết glucoside của dextrin tạo thành đường glucose.



Hình 1.6: phản ứng thủy phân của tinh bột

Giai đoạn 2:Lên men

Quá trình lên men sử dụng nhiều loại nấm men trong đó:

Nấm men *Moniliella Pollinis* được phân lập từ phấn hoa, ngoài ra một số loài còn được tìm thấy trong các thực phẩm có pH thấp. Ngoài ra còn có nấm men *Trichosporonoides megachiliensis* được phân lập từ thực phẩm giàu chất béo (bơ, sữa) (Samson & van Reenen Hoekstra 1988). Hoekstra 1988).

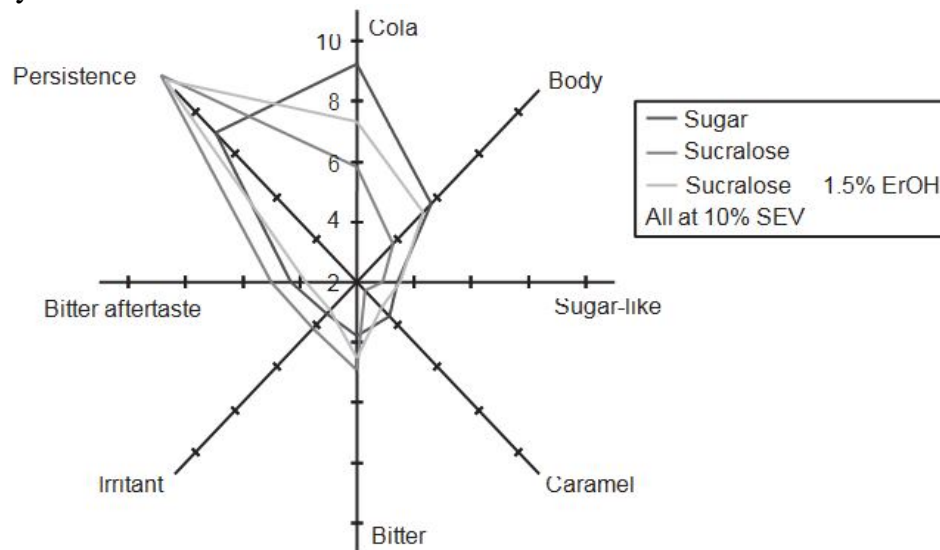
Đường glucose được lên men bằng nấm men *Moniliella Pollinis*, được nuôi cấy từ môi trường sau khi phân lập. Đường glucose chiếm từ 15-45% (tốt nhất là 40%), ngoài ra bổ sung thêm $(NH_4)_2SO_4$ từ 50-80% để thúc đẩy sự phát triển của nấm men (cung cấp nguồn Nito). Quá trình lên men diễn ra trong điều kiện hiếu khí, nhiệt độ thích hợp từ 25-40°C, pH=3-7. Khi cho nấm men từ môi trường sang hỗn hợp để lên men có thể tăng nồng độ khí bằng các phương pháp cơ học như sục khí hay khuấy dung dịch tăng hiệu suất lên men. Thời gian lên men diễn ra từ 3-6 ngày. Sau đó tiến hành gia nhiệt nhẹ, làm mất hoạt tính của nấm men, thực hiện quá trình tinh chế thu nhận Erythritol (nồng độ sau tinh chế 99%), Tinh chế bằng lọc ly tâm, kết tinh, siêu lọc trao đổi ion hay than hoạt tính đều mang lại hiệu suất thu hồi bằng nhau. Ngoài ra còn có thể sản xuất Erythritol bằng các phương pháp sắc ký.

1.6. Ứng dụng:

1.6.1. Đồ uống:

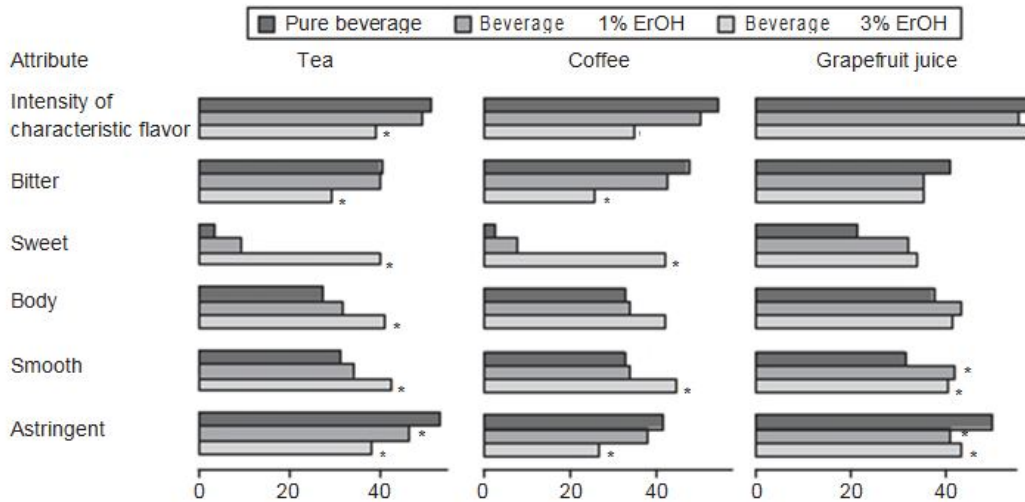
Sự kết hợp về số lượng và chất lượng của Erythritol cho thấy kết hợp với chất ngọt có cường độ cao, cũng rất hữu ích trong các đồ uống có hàm lượng calo thấp và chế độ ăn kiêng. Các tác động bổ sung Erythritol 1,5% vào hương vị của sản phẩm cola ngọt cho ăn kiêng được thể hiện trong.

Bổ sung 1,5% Erythritol cho cola rất gần với hương vị ngọt cola thường. Đặc biệt là vị giác, độ cảm nhận của vị giác và dư vị cay đắng trong các sản phẩm nước quả cải thiện đáng kể. Không ảnh hưởng của vị ngọt Erythritol đã được ghi nhận trong thử nghiệm này.



Hình 1.7: Tính chất của Erythritol so với sucralose trong sản phẩm cacao

Erythritol cũng có thể che khuất một số hương vị bị mất trong thức uống như trà, cà phê và bưởi, nước trái cây, như được minh chứng trong các thí nghiệm sau đây. Trà được chuẩn bị một phương pháp tiêu chuẩn sửa đổi đôi chút (BS 6008: 1980). Lá chè (PG Tips, 0,85 g/100 ml) được trộn với nước khoáng đun sôi, khuấy ban đầu, cho phép để nấu trong 6 phút và sau đó khuấy một lần nữa. Trà sau đó đã được phân tích và thêm vào số lượng Erythritol yêu cầu (1% hoặc 3% w / v). Cà phê được chuẩn bị bằng cách thêm vào 100 ml nước sôi để 1 g cà phê hòa tan (*Marks & Spences Continental hỗn hợp*) và lượng yêu cầu của Erythritol (1 hoặc 3 g), và sau đó khuấy. Các mẫu nước ép bưởi đã được chuẩn bị bằng trộn 500 ml nước ép bưởi (Tesco) với lượng yêu cầu của Erythritol (5 hoặc 15 g). Các mẫu được để yên ở nhiệt độ phòng (22 ° C) trong ba lần.



Hình 1.8: Tác động của erythritol lên trà, cà phê, nước ép bưởi

1.6.2.1.Sử dụng Erythritol trong các đồ uống không calo có ga đông lạnh:

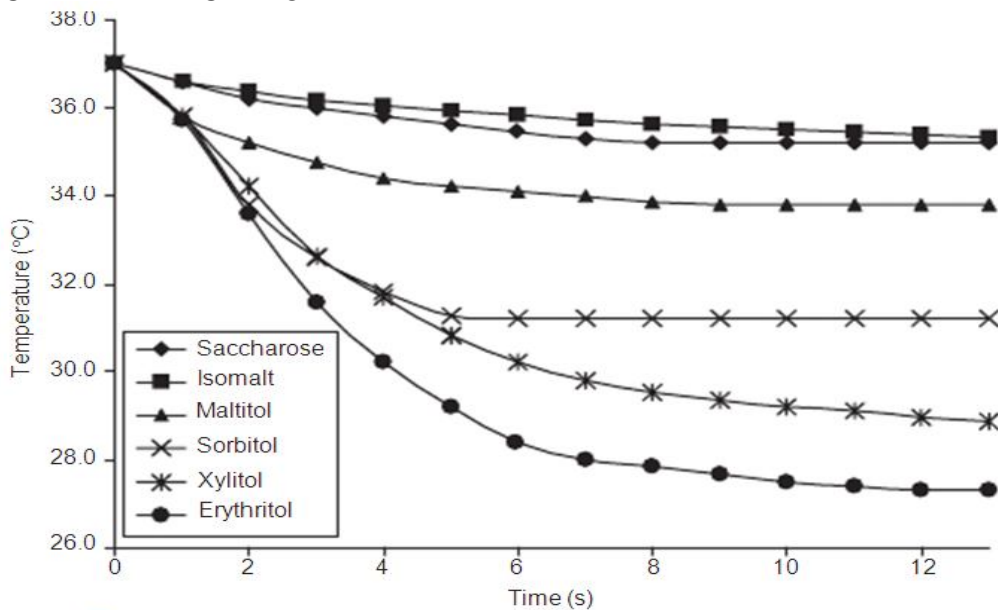
Erythritol làm giảm nhiệt độ đông lạnh của sản phẩm có ga đông lạnh. Một trong những phát triển mới nhất là việc sử dụng của Erythritol không calo trong sản phẩm đồ uống đông lạnh có ga. Đồ uống có ga đông lạnh(FCBs), các sản phẩm này chứa các loại đường thông thường, chẳng hạn như sucrose hoặc xi-rô ngô fructose (HFCS), được sử dụng như chất làm ngọt với nồng độ10% (w/v). Các đường này đóng một phần quan trọng trong suy thoái điểm đóng băng của sản phẩm FCBs. Trong điều kiện hoạt động bình thường của máy rót, việc bổ sung các chất làm ngọt nhiều calo làm suy yếu điểm đóng băng của sản phẩm. Ngược lại, một xi-rô dùng cho đồ uống nước giải khát, không calo hay không chứa đường thông thường như sucrose hoặc HFCS, sẽ làm tăng nhiệt độ điểm đông. Nếu không có một điểm đông thấp như khi sử dụng Sacarose, thì xi-rô sẽ đóng băng thành các khối băng ở máy rót chứ không phải là đạt được độ chảy giống như được tìm thấy trong sản phẩm FCBs sử dụng đường nhiều calori rất cần thiết cho thích hợp pha chế. Để có được điểm đóng băng như sucrose 10%, khoảng 3,5% (w/v) Erythritol là cần thiết.

1.6.3.Kẹo cao su:

Kẹo cao su sử dụng Erythritol có chất lượng tốt, không chứa calory, không gây tổn hại đến răng.

1.6.3.1. Hiệu quả làm mát của Erythritol:

Erythritol tinh thể trông rất giống như đường sucrose, và có vị ngọt và đi kèm với tác dụng làm mát lâu dài và cao. Hòa tan 1 g của Erythritol đòi hỏi phải có 43 calo, và điều này làm giảm nhiệt độ trong quá trình hòa tan của tất cả các chất ngọt số lượng lớn. Chỉ có Xylitol đến gần với 36,5 cal/g. Tuy nhiên, trên thực tế cho thấy rằng xylitol tan nhanh hơn, nhưng hiệu quả làm mát của nó không kéo dài như với Erythritol. Hình. 9,15 cho thấy Erythritol làm giảm nhiệt độ môi trường (làm mát) trong vòng hơn 13 lần sử dụng trong một hệ thống mô hình so sánh với chất ngọt có độ ngọt lớn. Một số quan trọng được sử dụng trong sản xuất kẹo cao su.

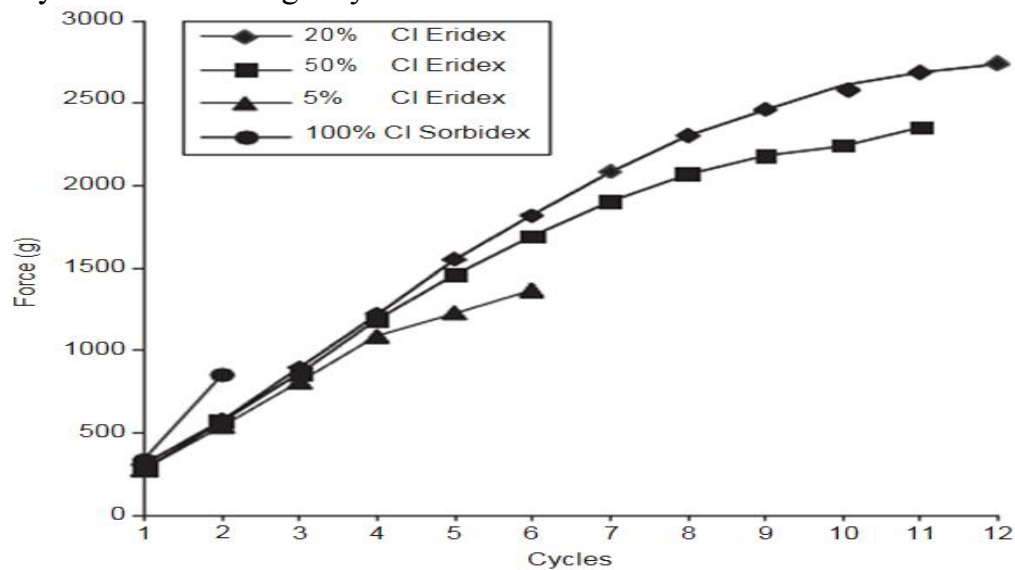


Hình 1.9: Hiệu quả làm mát của Erythritol so với các loại đường khác trong 30g/100g nước

1.6.3.2. Tạo cấu trúc:

Tại Nhật Bản, Erythritol đã được sử dụng trong năm loại thực phẩm truyền thống và trong đường của kẹo cao su. Erythritol tạo cho kẹo cao su một kết cấu mềm mại và linh hoạt hơn. Việc bổ sung Erythritol vào kẹo cao su có hai lý do. Một là trong quá trình chế biến, sự linh hoạt lớn hơn làm giảm nguy cơ kẹo cao su sợi dạng dây thừng sau khi phun ra và làm mát - sẽ phá vỡ cấu trúc của kẹo, do đó sẽ dẫn đến thời gian dừng máy. Lý do thứ hai cho việc sử dụng của Erythritol trong các cơ sở hoặc trung tâm sản xuất thực phẩm là nó có thể cải thiện thời hạn sử dụng (tăng thời gian bảo quản kẹo cao su) làm cho kết cấu mềm và chewy của kẹo được duy trì trong một thời gian dài. Điều này có thể đạt được trong kẹo cao su không đường bằng cách thay thế một phần của đường đa chức khác được sử dụng (chẳng hạn như sorbitol) với Erythritol. Lượng tối thiểu 5% Erythritol (tính trên mức độ chất làm ngọt tổng) là lượng cần thiết để cải tiến có hiệu quả và lượng bổ sung thay thế Erythritol là 20% để có kết quả tối ưu. Tăng thêm tính linh hoạt và nhai kẹo cao su mềm hơn có thể thu được một chút hạt

thô. Tuy nhiên, mặc dù Erythritol bột có thể chứa các hạt có kích thước lớn 300 nm, nhưng thường được ưa thích ở tất cả các hạt có kích thước nhỏ hơn để tránh tạo kết cấu hạt trong kẹo cao su. Bên cạnh đó không cần phải thay đổi quá trình sản xuất khi sử dụng Erythritol làm đường thay thế.



Hình 1.10: Sơ đồ so sánh cấu trúc của kẹo cao su sau 3 tháng lưu giữ (với sorbidex ở 5, 20, 50, 100%)

1.6.3.3. Erythritol trong vỏ bọc kẹo cao su:

Như đã chỉ ra trong phần trên, vài thử nghiệm trên kẹo cao su đã xác định mức độ chấp nhận của người tiêu dùng. Đó là lý do tại sao Cerestar thực hiện nhiều nghiên cứu để đánh giá tác động của tất cả các polyols và hỗn hợp polysaccharide về chất lượng của lớp phủ kẹo cao su không đường. Các thông số quan trọng chính là độ nghiền trong quá trình nhai, làm mát và độ ổn định (so với độ ẩm). Do tốc độ kết tinh cao, lớp phủ chỉ bổ sung Erythritol có một bề mặt thô. Vì vậy, Erythritol được sử dụng kết hợp với một polysaccharide như sorbitol hoặc maltitol. Những kết quả tốt nhất thu được khi hỗn hợp có 40% Erythritol.

Lớp phủ sử dụng Maltitol có độ nhai nghiền và ổn định độ ẩm cao và đã trở thành một chất sử dụng phổ biến trong kẹo cao su ngày nay. Tuy nhiên, Maltitol có khả năng làm mát và tạo hương vị tươi mát trong quá trình nhai thấp (tương tự như Isomalt). Nhưng khi sử dụng 40% Erythritol kết hợp với 60% Maltitol, tác dụng làm mát rõ ràng nhận biết được, cùng với các Erythritol có sự ổn định chống lại độ ẩm cao hơn so với Maltitol khi chỉ sử dụng Maltitol.

	Sorbitol	Xylitol	Isomalt	Maltitol	Erythritol/ sorbitol 40:60	Erythritol/ maltitol 40:60
Crunchiness	3	2	4	6	4	6
Stability against moisture	3	2	5	6	1	7
Cooling effect			–	–		

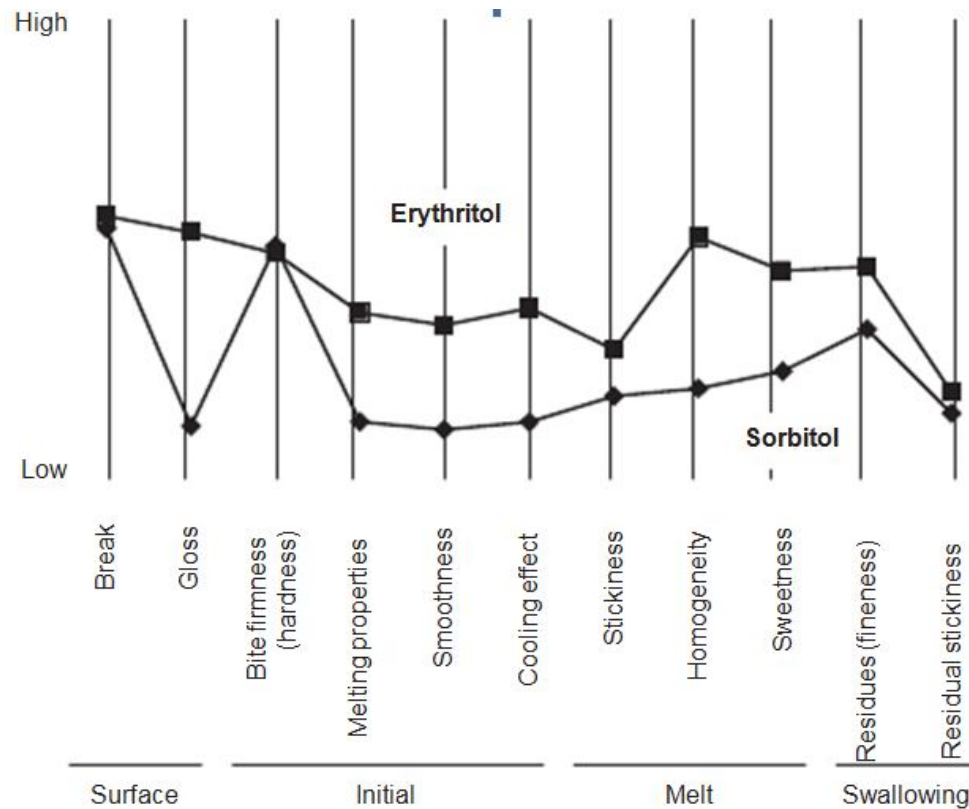
Bảng 1.6: So sánh polysaccharide trên các thông số lớp phủ nhai kẹo cao su

Đối với trường hợp sử dụng lớp phủ dựa trên hương vị tươi mát Xylitol cảm giác làm mát khi nhai được cải thiện rõ rệt hơn so với sử dụng Maltitol. Sử dụng cùng một tỷ lệ Erythritol :Sorbitol (40:60) trong lớp phủ kẹo cao su với có cảm giác làm mát cao, nhưng thấp hơn về độ ổn định, và độ nhai nghiền cao hơn đáng kể so với Xylitol. Thời gian tạo lớp phủ cũng có thể được rút ngắn khoảng 30%, mặt khác do thực tế cho thấy rằng khi đó Erythritol kết tinh một cách dễ dàng. Hỗn hợp Erythritol / sorbitol, là một sự thay thế mang lại chi phí hiệu quả hơn sử dụng Xylitol để cải thiện lớp áo phủ ngoài. Hỗn hợp cũng có thể có một độ bám dính tốt hơn khi nhai kẹo cao su so với Xylitol.

1.6.4. Chocolate:

Chocolate truyền thống sản xuất bằng cách sử dụng một quá trình làm kẹo chocolate khô ở nhiệt độ cao lên đến 80 ° C để có được phát triển hương vị tốt và độ chảy tốt. Tuy nhiên sử dụng các polysaccharide khác để thay thế cho đường thường đòi hỏi một quá trình làm kẹo chocolate ướt ở nhiệt độ thấp trong một thời gian lâu hơn nữa, kết quả là tạo ra sản phẩm hương vị kém hấp dẫn. Tuy nhiên việc sử dụng Erythritol trong thành phần chocolate cho phép áp dụng được quá trình làm kẹo chocolate khô ở nhiệt độ cao. Nguyên nhân chính của sự khác biệt này là do sự ổn định nhiệt tốt và độ ẩm thấp của Erythritol, Erythritol thậm chí còn có thể làm việc ở nhiệt độ cao hơn so với chocolate trong qui trình truyền thống được sử dụng. Điều này dẫn đến kết quả tạo được một sản phẩm có hương vị đậm đà hơn so với sản phẩm chocolate truyền thống. Erythritol trong chocolate không chỉ dễ dàng để sản xuất, nó cũng có thể được coi là một sản phẩm thực sự "*ít calori*": giảm 34% lượng calori bằng cách sử dụng Erythritol (ở các cấp độ lên đến 50%) thay vì sử dụng sucrose trong một công thức truyền thống. Những polysaccharide khác với một giá trị năng lượng 2-3 kcal / g cũng tạo ra lượng calori thấp trong quá trình sử dụng, nhưng không cải thiện chất lượng kém của chocolate về mặt hương vị.

Erythritol chocolate có tính chất không hút ẩm, về ngoài có độ bóng cao, đột phá các đặc điểm khác và có tác dụng làm mát dễ chịu với những đặc tính tan tốt trong miệng. Erythritol ức chế một phần vi khuẩn đường miệng khả năng lên men lactose. Do đó, cho phép sản xuất chocolate sữa có chứa bột sữa chứa lactose bình thường, như đã được xác nhận trong thử nghiệm mảng bám pH trên răng của cơ thể.



Hình 1.11: bảng so sánh các tính chất của sô-cô-la sử dụng Sorbitol và Erythritol

1.6.5. Kẹo mềm:

Fudge là một dạng kẹo mềm kết hợp giữa một kết cấu của một caramel và kẹo mềm. Vừa có kết cấu hạt vừa có dạng mịn có chứa chất rắn sữa và mịn có độ béo cao. Fudge có chứa cả chất rắn và chất lỏng. Kẹo fudge không đường với kết cấu và tính chất thời hạn sử dụng tương đương với kẹo thông thường, kẹo ngọt có thể được sản xuất bằng cách sử dụng Erythritol (lên đến 40%) kết hợp với xi-rô maltitol (75% maltitol) để kiểm soát sự kết tinh.

Công thức và quá trình sản xuất kẹo có chứa Erythritol :

Formulation	%
Erythritol	22.5
Maltitol syrup (75% maltitol content)	45.5
Water	5.5
Unsweetened whole concentrated milk	18.7
Hydrogenated cocoa fat (including 0.2% GMS)	7.4
Lecithin	0.2
Sodium bicarbonate	0.2
Flavoring	as needed
<i>Seeding blend</i>	<i>5 to 10</i>
Erythritol	81
Water	19

GMS: glyceryl monostearate.

Bảng 1.7: công thức làm kẹo có chứa Erythritol

Cách thực hiện:

- Trộn Erythritol và malitol syrup rồi đun tới nhiệt độ 70⁰C
- Thêm sữa và một số thành phần khác đun tới 140⁰C
- Làm giảm nhiệt độ tới 100⁰C, trộn 5-10% hạt ngũ cốc
- Làm lạnh và cắt

Erythritol cũng có thể được sử dụng trong một loạt các ứng dụng bánh kẹo khác chẳng hạn như kẹo gelatin hoặc kẹo cứng. Tuy nhiên, trong các ứng dụng này sử dụng của Erythritol là hạn chế do độ kết tinh của nó. Đôi khi Erythritol được sử dụng để giảm thiểu nguy cơ tác dụng phụ của polysaccharide khác. Ngoài ra, như là trường hợp cho kẹo cứng, Erythritol ở dạng tinh thể được sử dụng lên đến 50% cho hiệu quả làm mát cao như là một dạng nước trái cây cho vào trong bánh kẹo cứng đóng hộp, hoặc "kẹo" ở giữa hai lớp trong gói kẹo cứng.

1.6.6.Kẹo Fondant:

Fondants và kem là những sản phẩm kẹo đường có chứa các loại đường hỗn hợp thực hiện trong hai giai đoạn. Các tinh thể đường tạo thành pha rắn được phân tán trong một xi-rô có chứa đường cao hơn. Fondants và các loại kem tương tự, thành phần, mặc dù các loại kem còn lại có chứa một chút nước. Việc sử dụng Erythritol, có thể để có được do hàm lượng calori thấp, không chất gây mảng bám. Kẹo mềm với đặc tính kỹ thuật giống hệt nhau trong các sản phẩm truyền thống khi sử dụng Erythritol để thay thế, mà trước đây không thể có được khi sử dụng các chất ngọt có hàm lượng calo thấp khác. Cơ bản Erythritol gây ra sự kết tinh quá cao khi sử dụng đơn lẻ, nhưng với hàm lượng 60% Erythritol kết hợp với xi-rô maltitol giúp kiểm soát hiện tượng kết tinh trong giai đoạn lỏng.

Phương pháp sản xuất một viên kẹo mềm chứa Erythritol là tương tự như một sản phẩm có sucrose thông thường. Tinh thể Erythritol được hòa tan của giai đoạn xi-rô. Sau đó, hỗn hợp được nấu chín trong một hệ thống hình thành chất khô cần thiết. Sau khi làm mát khối lượng đến 40⁰C, được đồng hóa để đạt được sự đồng nhất chính xác về kích thước tinh thể. Fondant được cho vào thùng chứa nhỏ và hoàn thiện cho 1 ngày trước khi sử dụng. Fondants với kết cấu hơi khác nhau và fluidities có thể thu được, tùy thuộc vào nhiệt độ và thời gian đồng hóa. Kiểm tra bằng kính hiển vi cho thấy rằng một viên kẹo mềm có chất lượng tốt có một phần lớn của các tinh thể từ 5 đến 10 nm. Một Erythritol fondant có độ ẩm là 6% và các nước hoạt động thấp (khoảng 0,5). Do đó ngăn ngừa vi sinh học gây hư hỏng.

Công thức:

Formulation	%
Erythritol	50
Maltitol syrup (75% maltitol content)	50

Cách làm:

- Hòa Erythritol với maltitol syrup
- Đun hỗn hợp trên đến 140°C
- làm lạnh đến $40-45^{\circ}\text{C}$
- Đánh hỗn hợp 4-5 phút để đảm bảo về độ tan của các thành phần
- Kẹo được đặt trong các thùng chứa và hoàn thiện trong ngày

1.6.7. Viên ngậm:

Viên ngậm có hình thoi là một hình thức của bánh kẹo thường được làm từ một loại đường xay mịn, là quá trình nhào trộn đồng nhất giữa nước và các tác nhân liên kết chẳng hạn như kẹo cao su hoặc gelatin thường được dùng để giúp đỡ trong việc giữ được hình dáng viên kẹo. Bột được dát mỏng được cắt thành các hình dạng phù hợp được sấy khô và cứng. Viên ngậm có thể có chứa một hương vị phù hợp, màu sắc hoặc axit, nên có độ cứng, tính chất dễ vỡ nhất định. Các polysaccharide chẳng hạn như Xylitol, Sorbitol, Mannitol, Maltitol, Isomalt và Lactitol đã được đề xuất để sản xuất kẹo có ít calo và không sâu răng. Mặc dù tất cả các polysaccharide được đề cập ở trên có nhiều ứng dụng trong kẹo mút, cũng có liên hệ tương đương trong tất cả các ứng dụng. Trong lĩnh vực bánh kẹo, nhu cầu về hình thức khác nhau của sản phẩm đòi hỏi phải lựa chọn cẩn thận để tìm ra chính xác sự kết hợp của các thuộc tính để thay thế một phần hoặc tất cả các đường.

Nghiên cứu cho thấy rằng Lactitol, Maltitol tinh thể và Erythritol là thích hợp làm vật liệu để sản xuất viên ngậm hình thoi với hàm lượng calo thấp hơn so với đường thông thường dựa trên hình thoi, nhưng không giống nhau hoàn toàn về các tính chất khác. Erythritol là sản phẩm có hàm lượng calo thấp và tác dụng làm mát có những lợi thế hơn hẳn lactitol và tinh thể Maltitol, mặt khác Lactitol và tinh thể Maltitol đòi hỏi một thời gian sấy ngắn hơn để có được những kết cấu cần thiết ở thấp độ ẩm. Hình thoi dựa trên chỉ Erythritol (lên đến 99%) có thời hạn sử dụng dài, ngay cả khi được lưu trữ trong điều kiện độ ẩm cao.

1.6.8. Sản phẩm bánh ngọt:

Sản phẩm bánh mì với tỷ lệ cao bột mì, bơ, đường và các thành phần khác, kể từ khi Erythritol không calo, trở thành đường thay thế đã cho một số kết quả đáng ngạc nhiên. Sản phẩm bánh ngọt đã trở thành sản phẩm được người ăn kiêng và người bệnh tiểu đường chấp nhận và sử dụng rộng rãi.

1.6.9. Bánh mì ngọt:

Bánh mì thông thường 'chất béo cộng với chất ngọt (kem béo) có chứa sucrose là chất làm ngọt và đặc biệt được sử dụng trong các chất hàn kem bơ cho bánh và bánh bích quy. Như vậy, bên cạnh việc có một lượng calo đáng kể còn có một hàm lượng chất béo lớn. Tuy nhiên việc giảm lượng calori trong các sản phẩm bánh mì đặc biệt khó khăn nếu chỉ dùng đường được thay thế. Nhưng khi sử dụng Erythritol như là một thay thế cho sucrose thì cảm giác làm mát của Erythritol có tác dụng giảm độ béo của vị giác khi sử dụng, từ đó cho ra một sản phẩm mới mẻ và hấp dẫn hơn. Ngoài ra, hàm lượng calori của các thành phần cũng giảm đáng kể. Các kết cấu của kem, chất béo tốt

nhất là khi sử dụng với Erythritol ở hàm lượng là 60% và kích thước hạt phân phối dưới 300nm. Quá trình sản xuất và hạn sử dụng thuộc tính của kem béo Erythritol-tương tự như các thành phần chất béo thông thường / sucrose:

Công thức:

Formulation

Erythritol	1.5 kg
Gelatin solution (10% d.s.)	230 ml
Flavoring	as needed

Cách làm:

-Chuẩn bị 10% gelatin (170 Bloom), giải pháp bằng cách từ từ thêm gelatin với nước ấm (50°C).

-Đặt erythritol vào máy trộn Z-blade làm nóng trước tới 40-45°C.

-Từ từ thêm gelatin và hương liệu trong khi vẫn tiếp tục trộn.

-Trộn trong 10 phút để có được một độ mịn, đồng nhất.

-lấy khỏi máy và cắt.

Quy trình sản xuất: kết hợp tất cả các thành phần trong 5 phút ở tốc độ cao trong máy trộn. Erythritol có thể làm giảm hàm lượng calo nhiều hơn 30% (phụ thuộc vào ứng dụng) mà không có thay đổi về chất lượng cảm quan của sản phẩm. Ngoài ra, Erythritol cải thiện thời gian sử dụng của sản phẩm bánh. Erythritol có thể được áp dụng thành công trong các loại cookie, bánh quy và bánh ngọt, nó cải thiện sự ổn định nướng ở một mức độ bổ sung thêm khoảng 7%.

Giảm calo trong kem (chất béo no) với tác dụng làm mát trung bình có thể được sản xuất bằng cách sử dụng một sự kết hợp của Erythritol, xi-rô Maltitol và Aspartame. Giảm lượng calo lên tới gần 50% là điều có thể có được. Bánh trái cây, việc bổ sung của Erythritol có thể làm tăng hương vị đặc trưng của các loại trái cây. Bánh xốp, Erythritol (kết hợp với tinh thể Maltitol) có thể cung cấp, cải thiện hạn sử dụng và khối lượng bánh so với các sản phẩm truyền thống (sucrose):

Nói chung, so với S, Erythritol cho một độ nóng chảy khác nhau, kích thước hạt nhỏ gọn, sản phẩm cuối cùng nhẹ, và sự hình thành màu sắc nhạt hơn trong các sản phẩm bánh thông thường.

1.7.Độ an toàn:

Sự an toàn của Erythritol được xác nhận vào 21-24 tháng 6 năm 1999, do các tổ chức WHO / FAO Ủy ban chuyên gia về phụ gia thực phẩm (JECFA) đánh giá sự an toàn của Erythritol và hàm lượng chấp nhận được (ADI) không quy định, không qui định về liều lượng. Đánh giá an toàn mà JECFA có thể cung cấp. Các tính năng chính góp phần vào sự an toàn tổng thể của Erythritol rằng đó là cơ chế dễ hấp thụ, không có trong hệ thống chuyển hóa của cơ thể, và nhanh chóng bài tiết không thay đổi trong

nước tiểu. Ngoài ra, Erythritol xảy ra nội sinh ở các mô khác nhau của cơ thể và nó hiện diện tự nhiên trong chế độ ăn uống. Hơn nữa, cả hai nghiên cứu độc tố toxicologic và nghiên cứu lâm sàng đã liên tục chứng minh sự an toàn của Erythritol. Cung cấp dưới đây là một mô tả ngắn gọn của các cơ sở dữ liệu an toàn Erythritol.

1.7.1.Độc tố Toxicologic :

Nhiều nghiên cứu cấp tính, mãn tính và đặc biệt đã được tiến hành trên, chuột và chó. Các nghiên cứu đặc biệt bao gồm các nghiên cứu cho ăn dài hạn được tiến hành để xác định chất gây ung thư tiềm ẩn, nghiên cứu gây quái thai ,bệnh tĩnh mạch qua đường uống để xác định nguy cơ cho các hiệu ứng trên các bào thai, các nghiên cứu bằng con đường ăn uống qua một hoặc hai thể hệ để xác định nguy cơ cho các hiệu ứng sinh sản, và các nghiên cứu trong hệ thống vi khuẩn và động vật có vú để xác định tiềm năng gây đột biến. Phần lớn các nghiên cứu an toàn thực hiện được cho ăn các nghiên cứu trong đó Erythritol được trộn vào chế độ ăn uống ở nồng độ cao như 20% của chế độ ăn uống. Tất cả các nghiên cứu an toàn trên Erythritol đã chứng minh rằng nó là dung nạp tốt và không có toxicologic gây nên tác dụng phụ. Erythritol không có trong hệ thống chuyển hóa, một số nghiên cứu tiêm tĩnh mạch cũng đã được thực hiện. Ngay cả khi tiêm tĩnh mạch, Erythritol đã không sản xuất bất kỳ toxicologic gây tác dụng phụ. Dựa trên cơ sở an toàn trên cho thấy Erythritol không có bất kỳ nguy cơ gây ung thư, gây đột biến hoặc gây quái thai. Ngoài ra, không có tác dụng đến khả năng sinh sản.

Ở động vật, thử nghiệm ở liều cao hơn mức dự kiến tiêu thụ của con người, Erythritol đã được điều trị kết hợp với những thay đổi sinh lý bao gồm tiêu chảy thoáng qua, tăng trọng lượng gan và thận, tăng lượng nước tiểu thụ và lượng nước tiểu, và những thay đổi nhỏ trong một số các thông số trong nước tiểu. Những tác động này được coi là được sinh lý và thường được quan sát thấy ở động vật thử nghiệm điều trị với liều cao uống kém chuyển hóa, hoặc kém hấp thụ, trọng lượng phân tử thấp, bao gồm các hợp chất carbohydrate khác nhau. Quan trọng nhất, không có bằng chứng độc tính đã được báo cáo trong bất kỳ nghiên cứu được tiến hành với Erythritol.

1.7.2.Nghiên cứu lâm sàng

Các nghiên cứu lâm sàng chứng minh rằng Erythritol được dung nạp tốt bởi cả hai đối tượng người khỏe mạnh và người bệnh tiểu đường đối tượng không có tác dụng phụ ở liều thử nghiệm lên đến 1 g/kg trọng lượng cơ thể/ngày. Trong những nghiên cứu, thành phần nước tiểu, lượng nước tiểu, lượng nước uống, huyết học và tác dụng phụ tiêu hóa đã được kiểm tra. Không có tác dụng đáng kể về mặt lâm sàng trên các thông số được hiển thị. Tóm lại, Erythritol là một chất có trọng lượng phân tử thấp được hấp thu nhanh chóng, không có mặt trong hệ thống chuyển hóa và bài tiết không thay đổi trong nước tiểu. Không có bằng chứng từ các nghiên cứu lâm sàng hoặc động vật để chỉ ra rằng Erythritol tác động bất kỳ toxicologic tác dụng phụ.

1.8. Phạm vi sử dụng của Erythritol:

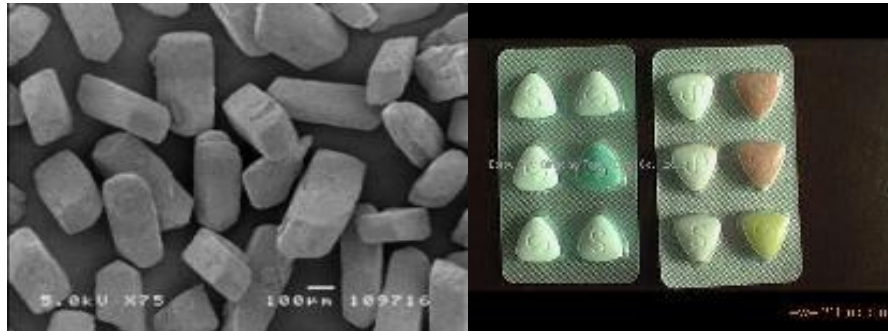
Erythritol hiện đang được phép sử dụng trong thực phẩm ở 19 quốc gia sau đây: Nhật Bản, Mỹ, Australia, New Zealand, Đài Loan, Singapore, Hàn Quốc, Nga, Israel,

Nam Phi, Trung Quốc, Paraguay, Mexico, Philippines, Hà Lan, Canada, Uruguay, Bỉ và Phần Lan. Các ứng dụng của Erythritol đang chờ được chấp nhận ở nhiều quốc gia khác bao gồm tất cả các nước thành viên khác trong Liên minh châu Âu, Brazil, Argentina, Malaysia, Ai Cập và Ấn Độ. Erythritol cũng đã được trao chứng thực có giá trị quốc tế của JECFA

Tiêu chuẩn chung đối với phụ gia thực phẩm (GSFA danh sách) của Codex Alimentarius theo INS số 968. Cùng với những mở rộng phê duyệt quy định, phạm vi của sản phẩm tiêu dùng thành công bằng cách sử dụng Erythritol với hơn 100 thực phẩm mới và giới thiệu nước giải khát trong năm 2004. Những phát triển này khẳng định lại mức độ phân phối rộng rãi và không ngừng phát triển từ các ngành công nghiệp thực phẩm và nước giải khát được thúc đẩy bởi sức khỏe chính quyền để giảm mật độ calo tự nhiên mà không ảnh hưởng hương vị.

Chương 2: Lactitol

2.1. Tổng quan:



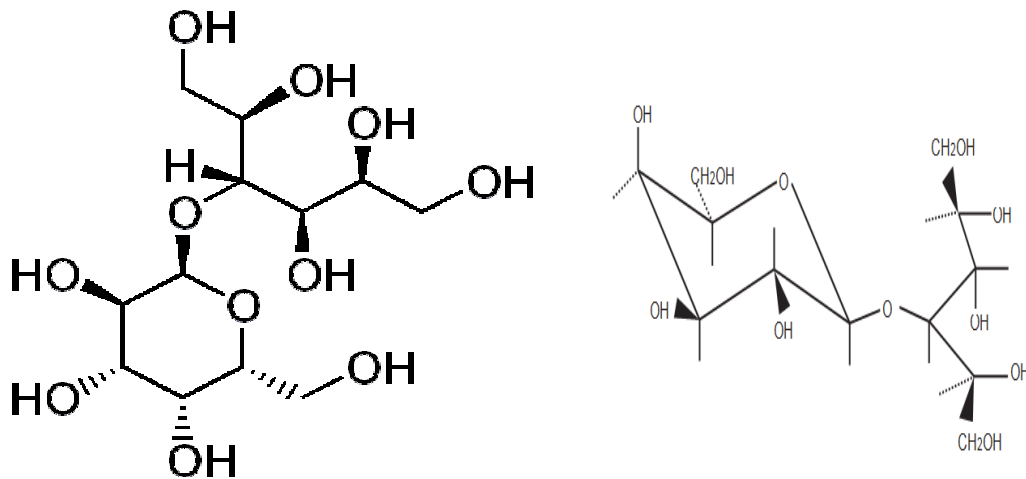
Hình 2.1: Lactitol dạng tinh thể - dạng viên nén

2.1.1. Lịch sử:

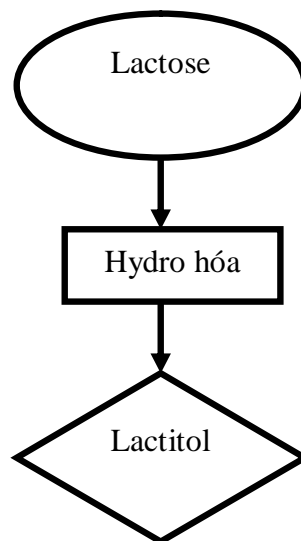
Lactitol là thuộc nhóm các chất làm ngọt thay thế được gọi là đường đa chức, cũng được gọi như polysaccharide. Nó được phát hiện vào năm 1920 bởi *JB Senderens*, một nhà hóa học thực phẩm Pháp, cùng với giáo sư Paul Sabatier. Quá trình sản xuất Lactitol là quá trình hydro hóa. Phương pháp dựa trên phản ứng thủy phân dưới xúc tác của Hidro. Đây là phương pháp vẫn được sử dụng ngày nay. Sản phẩm đầu tiên đã được thực hiện bởi Karrer và Buchi 1972, Lactitol đã được sản xuất và tiếp thị thương mại từ những năm 1980.

2.1.2. Quy trình sản xuất:

Lactitol là một Disacarit bao gồm Sorbitol và Galactose và được sản xuất từ Lactose - một loại đường sữa, bằng cách hydro hóa, xúc tác bằng cách sử dụng nickel raney catalyst. Sử dụng 30-40% lactose được sử dụng và được làm nóng đến khoảng 100 ° C. Phản ứng này được thực hiện trong một nồi hấp dưới áp suất hydro từ 40 bar trở lên. Có mặt của chất xúc tác, sau phản ứng hydro hóa, dung dịch được lọc và tinh chế bằng phương pháp trao đổi ion và carbon. Các giải pháp tinh khiết lactitol sau quá trình hydro hóa là tập trung và kết tinh monohydrate, cũng như anhydrate và dihydrate, có thể được chuẩn bị tùy thuộc vào điều kiện của độ lớn của tinh thể. Điều kiện của quá trình kết tinh là hydro dưới nhiều điều kiện (130°C, 90 bar). Lactitol kết tinh dưới các hình thức khan và ngâm nước, nhưng thường thương mại là hình thức monohydrat hoặc dạng tinh thể khan. Nó còn được gọi lactit, lactositol và lactobiosit. Trọng lượng phân tử của monohydrat lactitol ($C_{12}H_{24}O_{11} \cdot H_2O$) là 362,34. Cấu trúc hóa học của lactitol, 4-0 - (-D-galactopyranosyl)-D-glucitol.



Hình 2.2: Cấu trúc phân tử của lactitol.



Quy trình sản xuất

2.2. Tính chất vật lý và hóa học:

2.2.1. Tính bền vững:

Lactitol là một polysaccharide với 9 nhóm OH có thể được este hóa với axit béo hoặc có thể phản ứng với oxit propylen sản xuất Polyurethane. Do thiếu một nhóm cacbonyl, Lactitol có tính chất hóa học ổn định hơn so với các disaccharides khác như Lactose. Lactitol có độ ổn định trong dung dịch kiềm cao hơn nhiều so với Lactose, trong dung dịch acid sự ổn định của Lactitol tương tự như của Lactose. Thiếu đi một nhóm cacbonyl cũng có nghĩa là lactitol không tham gia trong phản ứng Maillard. Các sản phẩm chứa Lactitol có sự ổn định lưu trữ lâu dài. Một sản phẩm chứa lactitol 10% trong khoảng pH 3,0-7,5 ở 60 °C không có sự phân hủy sau 1 tháng lưu trữ. Sau

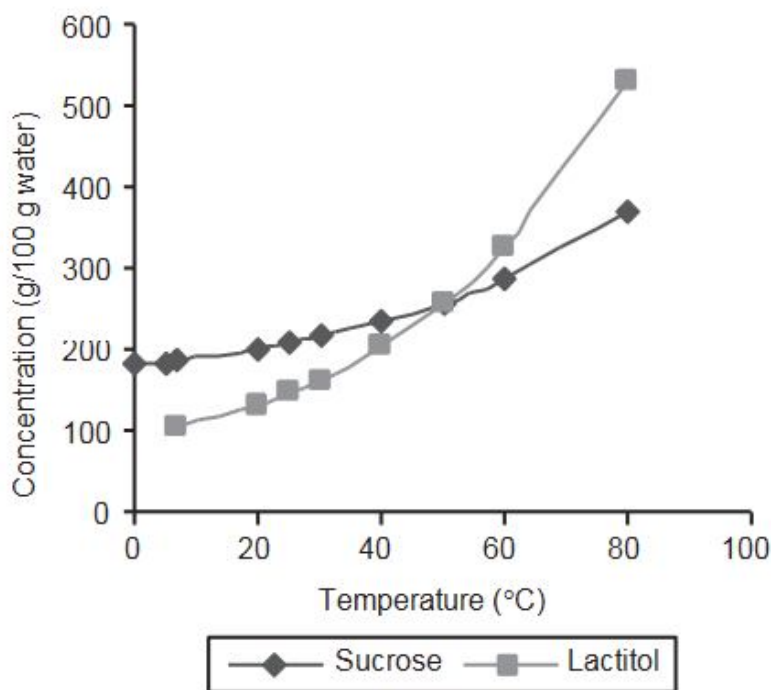
2 tháng ở pH 3.0, một số phản ứng phân hủy (15%) được phát hiện. Ở độ pH cao hơn, điều này không xảy ra. Thủy phân phân hủy Lactitol được quan sát với nhiệt độ tăng và đặc biệt là tăng acid. Sorbitol và Galactose là những sản phẩm phân hủy chính từ Lactitol. Ở pH cao, Lactitol ổn định ngay cả ở 105 °C. Khi đun nóng đến nhiệt độ của 170-240 °C, một phần Lactitol được chuyển đổi thành các chất dẫn xuất khan (lactitan), sorbitol và thấp hơn.

pH	% Weight recovery at 24 h and 105°C			
	Lactitol	Galactose	Sorbitol	Not identified
2.0	42.9	28.1	21.4	7.6
10.0	98.0	N/A	N/A	2.0 (acids)
12.0	98.3	N/A	N/A	1.7 (acids)

Bảng 2.1: Độ ổn định của Lactitol và một số chất ngọt khác ở pH khác nhau

2.2.2. Độ hòa tan:

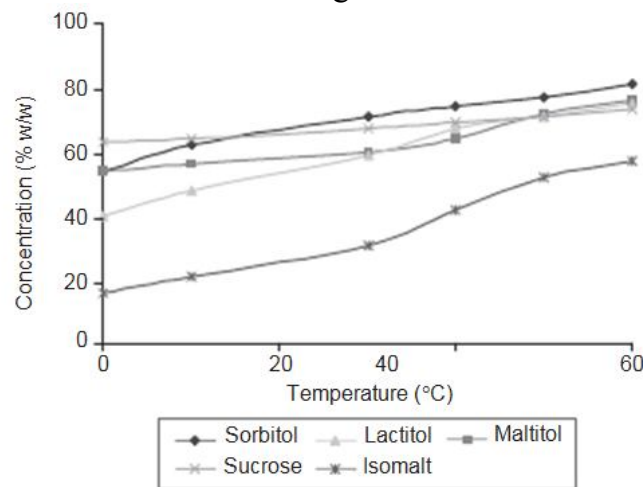
Độ tan của một polyol sẽ ảnh hưởng rất lớn đến cảm nhận của vị ngọt sản phẩm. Polysaccharide hòa tan cao trong các sản phẩm hoàn chỉnh mà tốc độ cảm nhận độ ngọt của vị giác nhanh chóng, trong khi một số polysaccharide kém hòa tan có thể cùng cấp, vị ngọt nhẹ, kéo dài. Độ tan của tất cả các polysaccharide tăng theo nhiệt độ. Lactitol có một khả năng hòa tan tốt hơn so với sucrose



Hình 2.3: Độ tan của Lactitol so với Sucrose ở những nhiệt độ khác nhau

Điều này có nghĩa là quá trình sửa đổi các quy trình sản xuất được giảm thiểu, hay việc thay thế đường trong một sản phẩm bằng Lactitol là thích hợp hơn khi sử dụng các polysaccharide khác đặc biệt là các loại đường ít tan như Maltitol hoặc Isomalt. Độ

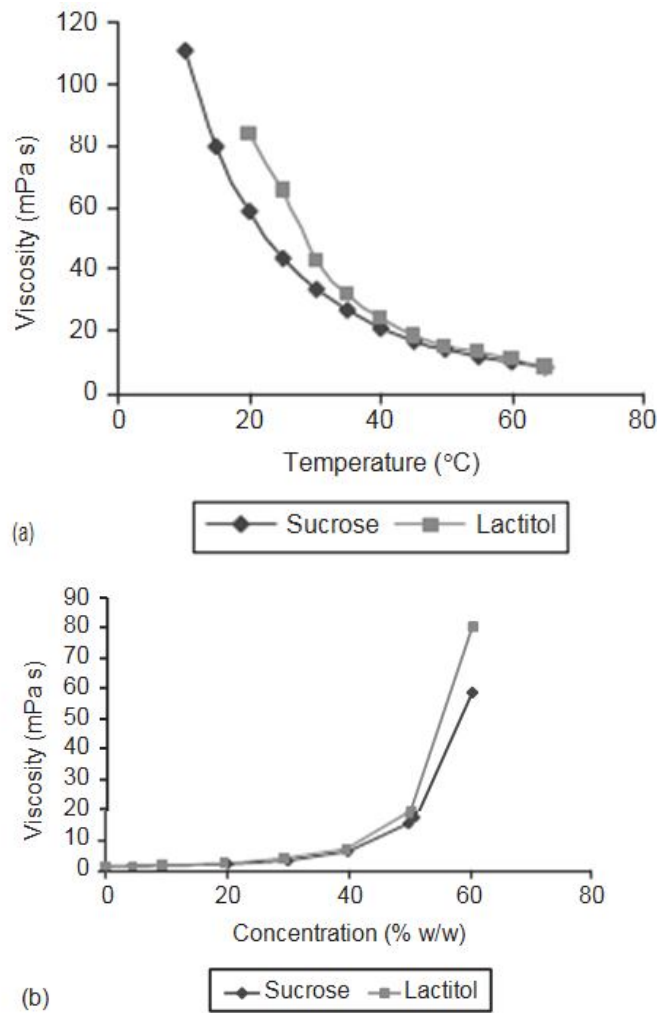
hòa tan của các thành phần quan trọng đối với nhiều sản phẩm (egice kem, đồ ngọt) . Một số chất ngọt có tính hòa tan thấp có thể làm cho sản xuất một số sản phẩm có độ cứng cao hơn (ví dụ như trong sản phẩm kẹo caramen cứng, hầu hết nước sẽ phải được bốc hơi, như nhiều nước hơn sẽ được thêm vào khi hòa tan thấp). Điều này sẽ mất nhiều thời gian và chi phí sản xuất tăng. Tuy nhiên độ tan của Lactitol ở nhiệt độ thấp là ít hơn so với đường Sucrose nhưng vẫn không gây khó khăn hay gây bất tiện trong quá trình chế biến. Lactitol có thể tan ở nhiệt độ thấp hơn so với sucrose do đó chi phí năng lượng và thời gian chế biến được giảm xuống đáng kể. Lactitol có lợi thế đặc biệt trong công thức sản xuất các sản phẩm thực phẩm vì nó làm tăng độ hoạt động của các thành phần và / hoặc hương vị trong sản phẩm. Độ tan của Lactitol so với polysaccharide khác được thể hiện trong hình 2.4.



Hình 2.4. Độ tan của Lactitol so với polyols khác được thể hiện trong hình.

2.2.3. Độ nhớt:

Độ nhớt chất làm ngọt có thể có một tác động mạnh vào đặc điểm sản xuất, kết cấu của sản phẩm và cảm nhận của vị giác. Độ nhớt của các polysaccharide chủ yếu là xác định do trọng lượng phân tử của nó. Độ nhớt của Lactitol ở dạng dung dịch khi so sánh với Sucrose là gần như tương tự, đặc biệt là ở nồng độ thấp vừa phải (hình 11,5). Ở nồng độ cao hơn, độ nhớt lớn hơn trong cùng sản phẩm có chứa Sucrose, có thể có ảnh hưởng mạnh mẽ trên cả hai phương diện, đặc điểm sản xuất và các đặc tính cảm quan của Lactitol. Ví dụ , trong trường hợp nấu đồ ngọt, độ nhớt của Lactitol là rất quan trọng . Trong trường hợp này, một sự kết hợp của quá trình thủy phân tinh bột Lactitol và hydro hóa được sử dụng (so sánh với đường sucrose và glucose xi-rô). Đối với sự kết hợp này, Lactitol có độ nhớt thấp hơn so với sucrose, nhưng khi làm mát xuống, độ nhớt cùng một sản phẩm (hoặc kẹo) sẽ được đạt tới mức bằng với sản phẩm chứa Sucrose, vì vậy Lactitol cũng sẽ được phù hợp cho đồ ngọt có định hình.



Hình 2.5: Độ nhớt của Lactitol (60%) và sucrose ở 20^o

2.2.4. Khả năng làm mát:

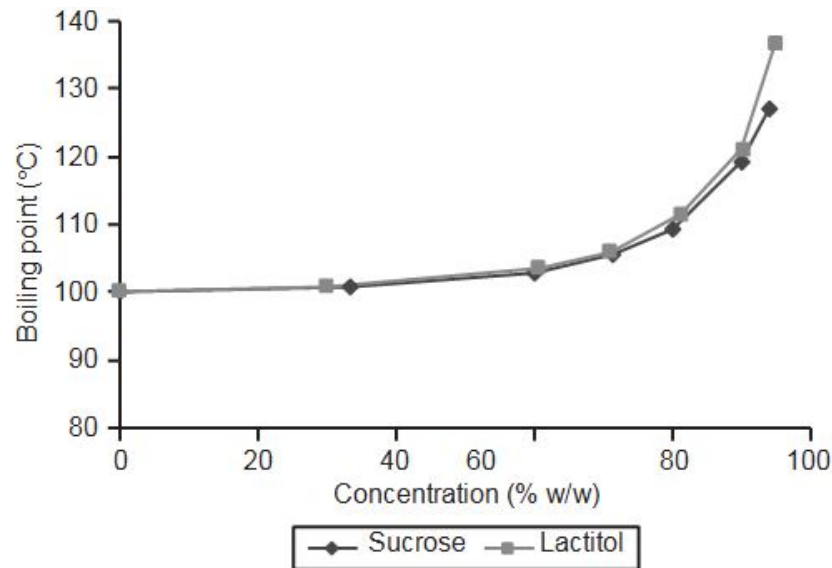
So với những monosaccharide khác, Lactitol có tác dụng làm mát ít hơn. Điều này có nghĩa là trong các ứng dụng như sản xuất chocolate, rất có ích cho quá trình sản xuất (làm giảm độ đông đặc của sản phẩm, tạo cảm quan tốt). Tuy nhiên trong mẫu khan, Lactitol thể hiện hiệu khả năng làm mát ít hơn so với đường Sucrose. Điều này có nghĩa là hình thức khan là lựa chọn tốt nhất khi sử dụng Lactitol bổ sung cho các ứng dụng chocolate (Bảng 2.2).

	Heat of solution (J/g)
Sucrose	23
Anhydrous lactitol	35
Monohydrate lactitol	74

Bảng 2.2: Khả năng làm mát của Lactitol so với sucrose

2.2.5. Nhiệt độ sôi cao:

Lactitol có nhiệt độ sôi tương tự như Sucrose (hình 2.6). Đây là lợi ích lớn khi Lactitol được sử dụng để cung cấp với số lượng lớn trong các loại thực phẩm như kẹo cứng và mứt jam.



Hình 2.6: Nhiệt độ sôi của Lactitol và Sucrose

2.2.6. Khả năng hút ẩm:

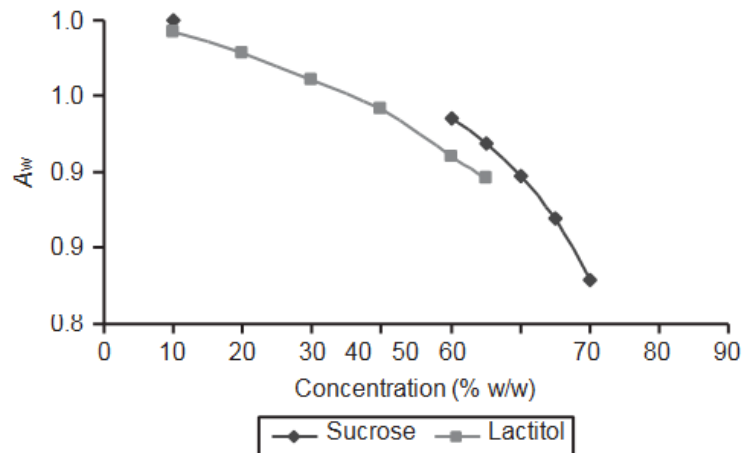
Hút ẩm có liên quan đến lượng nước hấp thụ bởi một sản phẩm trong điều kiện môi trường nhất định. Lactitol hút ẩm ít hơn nhiều hơn so với Sucrose và hút ẩm cao nhất trong tất cả các đường trừ ngoại lệ là Mannitol. Chỉ trong trường hợp độ ẩm cao Lactitol sẽ hấp thụ nước. Lactitol phù hợp cho tất cả các ứng dụng, trong đó sự hấp thụ nước là một tham số quan trọng, như trong các sản phẩm bánh mì, và sản phẩm bánh kẹo ngọt. Lactitol là một tác nhân tạo xốp cho kẹo cao su và kẹo cứng ngọt, sử dụng Lactitol trong các sản phẩm trên làm cho sản phẩm có khả năng kháng độ ẩm tốt nhất so với sử dụng các loại đường khác. Đặc biệt độ giòn của bánh qui sẽ giữ lại lâu hơn nữa khi sử dụng với Lactitol nhưng ngược lại, các sản phẩm như bánh ngọt sẽ yêu cầu một số chất giữ ẩm trong công thức để đảm bảo một kết cấu ẩm ướt kéo dài, dễ chịu. Khi sử dụng Lactitol như một thành phần, không yêu cầu tại cơ sở sản xuất sử dụng điều hòa không khí hay hệ thống làm mát để kiểm soát độ ẩm cho sản phẩm, một lần nữa tiết kiệm chi phí sản xuất, hạ giá thành sản phẩm.

2.2.7. Hoạt độ của nước:

Hoạt độ của nước ảnh hưởng đến hoạt động enzyme, phản ứng Maillard, chất béo oxy hóa, độ ổn định và cấu trúc của vi sinh vật. Những yếu tố này, kết hợp, ảnh hưởng đến thời gian bảo quản và chất lượng sản phẩm. Ảnh hưởng của Lactitol đối với hoạt độ của nước tương tự như Sucrose (trên cơ sở chất rắn khô) vì trọng lượng phân tử của Lactitol là gần giống như Sucrose (lactitol 362, đường sucrose 342).

Điều này có nghĩa rằng lactitol có thể trực tiếp thay thế Sucrose trong ứng dụng thực phẩm và có tác dụng rất ít về hạn sử dụng của sản phẩm thương mại (không làm

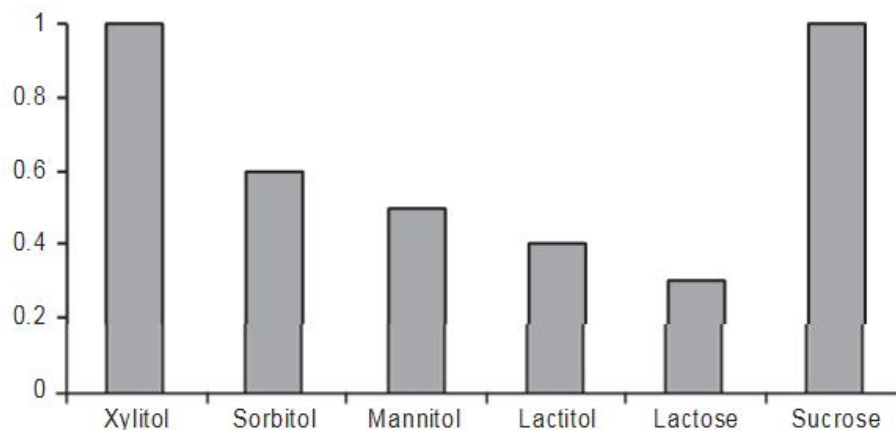
tăng thời gian bảo quản sản phẩm). Ngược lại so với Sorbitol, có khối lượng phân tử phân tử nhỏ hơn nhiều, có ảnh hưởng lớn hơn nhiều hoạt độ của nước (hình 2.7).



Hình 2.7: Hoạt độ của nước khi dùng Lactitol so với Sucrose

2.3. Độ ngọt của Lactitol:

Vị ngọt là một yếu tố quan trọng trong cảm nhận của hương vị và chất lượng. Nó đóng một vai trò quyết định trong việc lựa chọn thực phẩm và là một yếu tố đại diện trong việc xác định sự hấp dẫn người tiêu dùng của nhiều sản phẩm. Người tiêu dùng yêu cầu cùng một vị ngọt kết hợp với sản phẩm đường ngọt, mà không có bất kỳ một dư vị còn lại nào. Lactitol có dạng bột tinh thể màu trắng không mùi xác có độ tinh khiết rất cao và khả năng chảy, với một hương vị ngọt nhẹ, tinh khiết mà không có dư vị nào. Điều này gần vị của Sucrose, nhưng lactitol chỉ có 40% độ ngọt như Sucrose (Hình 2.8)



Hình 2.8: Mối quan hệ giữa độ ngọt của một số loại đường

Độ ngọt của Lactitol tăng lên tương đối khi nồng độ của nó được tăng lên. Điều này có thể có lợi ích trong một số thực phẩm, đặc biệt trong những loại thực phẩm được coi là "quá ngọt", ví dụ, fondants (một loại kẹo), mứt, bánh quy. Trong một số sản phẩm, vị ngọt thấp hơn sẽ cho phép các hương vị của các thành phần khác triển tốt hơn và kích thích việc cảm nhận nhiều hơn vị ngọt tinh khiết. Với độ ngọt nhẹ cũng làm cho Lactitol trở thành một chất ngọt lý tưởng để được sử dụng như một

chất ngọt bổ sung với số lượng lớn, với calori thấp và khi kết hợp với các chất làm ngọt có độ ngọt lớn như Alitame, Aspartam, Acesulfame K hoặc Sucralose có thể mang lại độ ngọt như khi sử dụng Sucrose, nhưng sản phẩm chứa ít calories hơn so với việc sử dụng Sucrose. Lactitol có tính chất và cảm quan tương tự như Sucrose, do đó nó có thể được thay thế Sucrose trong tất cả các thực phẩm thực phẩm ứng dụng.

Solution concentration (%w/w)	Relative sweetness of lactitol (sucrose = 1)
2	0.30
4	0.35
6	0.37
8	0.39
10	0.42

Bảng 2.3: Mối quan hệ giữa độ ngọt của sucrose và lactitol ở 25⁰C

2.4. Lợi ích cho sức khỏe:

Xã hội ngày nay ngày càng phát triển, sức khỏe và ý thức chăm sóc bản thân càng được quan tâm hơn bao giờ hết, chăm sóc sức khỏe nhiều hơn là dựa trên phương pháp điều trị bằng thuốc khi mắc bệnh, phòng chống dịch bệnh được quan tâm hàng đầu. Dinh dưỡng đóng một vai trò rất lớn trong việc này và là một khía cạnh của cuộc sống hàng ngày mà cá nhân có thể kiểm soát và thực hiện dễ dàng. Đường là nguyên nhân chính gây ra nhiều bệnh tuy nhiên lại là một chất không thể thiếu trong dinh dưỡng hàng ngày, bên cạnh đó người tiêu dùng bị ngập lụt với những thông điệp để mua đường, lượng calo giảm và các sản phẩm đường giảm. Tuy nhiên nhiều mặt hàng cao cấp hoặc sản phẩm chức năng có thành phần chính là đường, do đó thực hiện mong muốn người tiêu dùng đối với thực phẩm ngọt. Chính vì điều đó mà các chất ngọt như Lactitol và các chất tạo ngọt khác đặc biệt hiệu quả khi bổ sung vào các sản phẩm ngọt. Phát triển trong công nghệ chất ngọt và thuộc tính sẵn có đã kích hoạt sản phẩm trên thị trường chính thống và thị trường phụ vụ cho người với tiểu đường và người có nhu cầu giảm béo. Một số polysaccharide chẳng hạn như Lactitol đã thúc đẩy sự tăng trưởng này và cho phép các nhà sản xuất các sản phẩm đường thay thế cạnh tranh với các loại đường khác trong các sản phẩm đồ ngọt truyền thống.

2.4.1. Sự trao đổi chất:

Khi ăn uống, Lactitol qua dạ dày, giống như tất cả các loại thực phẩm. Tuy nhiên, rất ít được hấp thụ, độ hấp thụ ở đây khoảng 2% bằng cách khuếch tán thụ động, và số còn lại vi khuẩn từ từ lên men. Lactitol được chuyển đổi thành nhiên liệu sinh học, các axit béo chuỗi ngắn (SCFAs), acid lactic, CO₂, và một lượng nhỏ H₂. Vi khuẩn có lợi trong ruột già, chẳng hạn như *Bifidobacteria* và *Lactobacillus spp*, sử dụng Lactitol như là một cách tiêu thụ chất nền. Lactitol không gây tăng đường huyết hoặc gây ra việc tăng lượng insulin. Điều đó làm cho Lactitol trở thành một loại đường thay thế bổ sung

vào sản phẩm cho các bệnh nhân tiểu đường. Do lactitol không tiêu hóa ở đại tràng, được hấp thụ một lượng nhỏ bởi ruột già. Điều này sẽ làm giảm lượng calo có sẵn trong thể người. Lactitol đã được chứng minh rằng lượng calo khi sử dụng bằng một nửa của các carbohydrate khác, với tối đa giá trị năng lượng trao đổi chất là 2 kcal / g (8,4 kJ/g). Tuy nhiên, ghi nhãn cho các mục đích sử dụng, chất làm ngọt EU chỉ thị gán giá trị là 2,4 kcal/g để tất cả các polysaccharide bao gồm lactitol. Luật pháp ở Mỹ, Canada và Nhật Bản được phép ghi trên nhãn là giá trị calo 2.0 kcal / g.

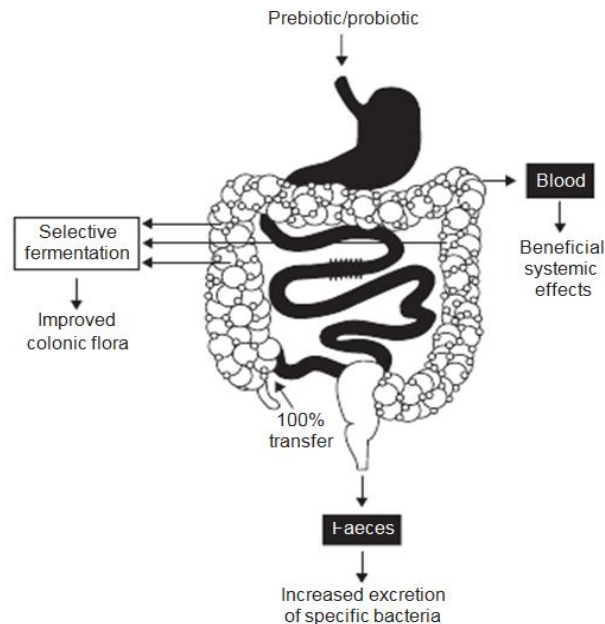
Karrer và Buchi đã nghiên cứu tác động của E.galactosidase trên sự phân tách của Lactitol thành Glactose và Sorbitol. Họ phát hiện ra rằng Lactitol chỉ bị thủy phân rất chậm bởi những enzyme đã được chuẩn bị. Sau đó nghiên cứu báo cáo của Đức đã xác nhận rằng Lactitol chỉ bị thủy phân từ từ bởi các enzyme về tốc độ vào lần thứ 10 của thí nghiệm. Trên cơ sở của cả hai nghiên cứu vi sinh, có thể kết luận rằng Lactitol cung cấp lượng kalori không đáng kể cho cơ thể. Trong bằng sáng chế của *Hayashibara*, tuyên bố rằng Lactitol đã không có giá trị calo vì nó không tiêu hóa hoặc hấp thụ. *Ttrường Đại học Nông nghiệp Wageningen tại Hà Lan*, một nghiên cứu được thực hiện xác định cân bằng năng lượng của tám tình nguyện viên về chế độ ăn bổ sung hoặc lactitol hoặc sucrose. Trong nghiên cứu này, tiến hành trong 4 ngày trong một căn phòng, điều này đã được lặp đi lặp lại: một lần với 49 g đường một ngày trong chế độ ăn uống và sau đó với Lactitol. Liều dùng 50g Lactitol được tiêu hóa trong 4-6 phần ăn trong ngày. Liều lượng năng lượng chuyển hóa (ME) đã được ghi nhận, trong phạm vi đối tượng, năng lượng trạng thái cân bằng và trọng lượng cơ thể bằng trao đổi chất. Tiếp tục ghi nhận lượng ME đã được thực hiện với sucrose, đối với giá trị ME cung cấp năng lượng cho việc duy trì cơ thể ở trạng thái cân bằng năng lượng, sự đóng góp năng lượng cho cơ thể của lactitol là 60% ít hơn đối với sucrose. Lactitol có chứa 5% nước và các kết quả đã có một sự thiếu chính xác của% sai số chuẩn 10(SE), kết luận cuối cùng hợp lý là năng lượng trao đổi chất của lactitol trên cơ sở chất khô là 50% so với Sucrose. Ủy ban khoa học về thực phẩm của

EC (SCF-EC) đánh giá Lactitol và coi nó là một sản phẩm an toàn, họ tuyên bố rằng lượng Lactitol là " 20 g / người". Giá trị calo của Lactitol ở nam giới là 2 kcal / g có vẻ hoàn toàn hợp lý. Lactitol được dung nạp tốt. Cũng như các polysaccharide, Lactitol có thể gây ra hiện tượng nhuận tràng nếu tiêu thụ vượt mức qui định, các triệu chứng đường ruột, một số triệu chứng không mong muốn như nhuận tràng. Cũng đã được nêu cho Isomalt, Maltitol, Mannitol, Sorbitol và Xylitol. Các tác dụng nhuận tràng khác nhau giữa tất cả các polysaccharide và cũng phụ thuộc vào yếu tố khác như chế độ và tần số của tiêu hóa, tuổi tác, chế độ ăn uống và sức khỏe đường ruột nói chung. Tác dụng trên được nghiên cứu, áp dụng chữa bệnh táo bón mãn tính.

2.4.2.Lactitol là một prebiotic:

Cả hai cộng đồng sinh học và y tế đang nhận ra tầm quan trọng của ruột già cho cả sức khỏe và bệnh tật. Nhiều tiến bộ khoa học trong quá khứ cách đây 10-20 năm đã làm thay đổi nhận thức rằng ruột già chỉ đơn giản là một cơ quan cho việc lưu trữ và bài tiết các chất thải, chức năng mới phát hiện của ruột già chính là sự hấp thụ nước và chất dinh dưỡng khác từ thực phẩm, do hệ vi sinh vật thường trú dồi

dào trong ruột kết, cơ quan này có thể đóng góp đáng kể cả dinh dưỡng và trao đổi chất. Quan điểm của con người đối với đại tràng về sức khỏe và bệnh tật đã được thực sự đề cập trong các chuyên đề của Elie Metchnikoff bắt đầu của thế kỷ XX, trong đó chỉ ra tầm quan trọng lâm sàng của những vsv ở ruột già. Dữ liệu tiên bộ nhanh chóng đã được thực hiện dựa trên kỹ thuật phân tử hiện đại mô tả các thành phần của khối lượng vi khuẩn và sẽ dẫn đến hiểu biết hơn về các chức năng sinh học của ruột già. Hệ vi khuẩn đường ruột của con người đã trở thành một phần không thể thiếu của ngành công nghiệp thực phẩm chức năng.



Hình 2.9: hệ tiêu hóa ở người

Trong đó Prebiotic là vi khuẩn ăn cư trú trong ruột được cho là có đặc tính có lợi liên quan đến thúc đẩy sức khỏe. Ví dụ vi khuẩn trong ruột bao gồm *Lactobacilli* và *Bifidobacteria*, cả hai đều có mặt với số lượng lớn. Y. Đại tràng là nơi mà Lactitol không tiêu hóa được, tại đó nó được sử dụng như một nguồn năng lượng sinh học bằng như *Lactobacillus* và *Bifidobacteria*. Các quá trình lên men của Lactitol thúc đẩy sự phát triển của vi khuẩn *saccharolytic* (lành mạnh) và làm giảm lượng thủy phân protein của các vi khuẩn *Bacteroides* gram âm, *Enterobacteria*, *Enterococci* và *Coliform spp* (lành mạnh) bằng cách ức chế sự bám dính tế bào biểu mô của các vi khuẩn có hại và tạo ra độ pH thấp. *Bifidobacteria* cũng sản xuất các axit hữu cơ chẳng hạn như axit axetic và lactic mà hạn chế sự phát triển vi khuẩn có hại và vi khuẩn gây bệnh bacteria. Những vi khuẩn có hại này sản xuất các enzym không mong muốn như glucuronidase, nitroreductase và azoreductase, các sản phẩm phenol, amin và endotoxin, tất cả đều có liên quan đến bệnh ung thư khác nhau và loét dạ dày. Nhờ có Lactitol giảm lượng vi khuẩn gây hại nên có tác động tích cực đến sức khỏe của con người và động vật.

Bacteria	Number of Strains	Sugar-free Control pH _a	Lactitol pH
<i>Staphylococcus aureus</i>	4	6.5	6.3
<i>Streptococcus faecalis</i>	4	7.2	5.0
<i>Klebsiella</i> sp.	5	6.3	5.6
<i>Escherichia coli</i>	4	7.5	7.5
<i>Enterobacter</i> sp.	2	7.8	7.0
<i>Citrobacter</i> sp.	2	7.7	7.7
<i>Bacteroides</i> sp.	2	6.4	5.6
<i>Clostridium perfringens</i>	2	6.8	5.5
<i>Bifidobacteria</i>	3	6.5	5.5
<i>Lactobacillus</i> sp.	3	6.8	5.3
<i>L. acidophilus</i>	3	6.6	4.7
<i>Salmonella</i> sp.	4	8.5	7.7
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4	7.0	6.5
<i>Helicobacter pylori</i>	2	7.5	7.5

Bảng 2.4: Nồng độ pH được tạo ra bởi các vi khuẩn đường ruột khi Lactitol(10%) được bổ sung

Bacteria	Lactitol			
	1%	2%	5%	10%
<i>Salmonella</i> sp.				
<i>Escherichia coli</i>				
<i>Staphylococcus aureus</i>	0			
<i>Shigella</i> sp.				
<i>Streptococcus faecalis</i>				
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	0	0	
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0			
<i>Lactobacillus</i> sp.				
<i>L. Bifidus</i>				
<i>L. acidophilus</i>				

Source: Taken from The Role of Lactitol in the regulation of the intestinal microflora in liver disease. G. Mal. Infett Parassit. 45:906. 1993.

bảng 2.5: Độ hoạt động của các vi khuẩn đường ruột với các nồng độ Lactitol khác nhau

Sự lên men của lactitol Bifidobacteria và Lactobacillus spp. làm giảm độ pH của ruột do tạo ra butyrate (butyric acid). Nó cũng tạo ra các SCFAs được cho là giúp bảo vệ và sửa chữa thành ruột, kích thích phân chia tế bào có thể làm trung gian tái sinh của các tế bào biểu mô trong thành ruột. Các tế bào biểu mô ruột kết lấy được năng lượng từ SCFAs. Butyrate là một chất dinh dưỡng hữu ích và gián tiếp ngăn ngừa viêm loét niêm mạc đại tràng có thể xảy ra trong trường hợp đói bụng. Quá trình này cũng giúp cơ thể loại bỏ các tế bào chết, tế bào có hại cho sức khỏe ở ruột già.

2.4.3. Lactitol dùng để điều trị bệnh não nguyên nhân từ gan:

Một số nghiên cứu đã chỉ ra khi sử dụng Lactitol có khả năng điều trị thành công trường hợp của bệnh não nguyên nhân từ gan. Lactitol là một carbohydrate không được hấp thu khi sử dụng làm thuốc nhuận tràng và các đặc tính hương vị đặc trưng và sẽ là một thay thế tốt cho lactulose hiện là loại thuốc được sử dụng rộng rãi nhất. Lactulose quá ngọt và kết quả là gây khó chịu cho một số bệnh nhân. Như lactitol tan nhanh trong nước, ít ngọt hơn Lactulose và không bị hấp thụ trong ruột của con người, do đó có tiềm năng lớn Lactitol trở thành một loại thuốc thay thế Lactulose trong điều trị thử nghiệm lâm sàng chữa bệnh gan.

2.4.4. Lactitol và bệnh tiểu đường:

Do quá trình chuyển hóa độc đáo của Lactitol, không ảnh hưởng đáng kể đến lượng đường trong máu trong một lần tiêu thụ. Lactitol không bị bất kỳ Enzyme nào thủy phân trong ruột non giống như một số carbohydrate khác nhưng lại không tiêu hóa ở đại tràng. Do đó, không có sự biến đổi về chỉ số insulin trong cơ thể, phù hợp cho bệnh nhân tiểu đường phụ thuộc insulin (loại I) và bệnh nhân tiểu đường không phụ thuộc insulin (type II). Ngoài ra bệnh nhân tiểu đường tụy II có thể giảm tình trạng tiểu đường của mình thông qua chế độ ăn uống và sử dụng Lactitol trong hàm lượng và mức độ tiêu chuẩn. Như với nhiều polysaccharide, Lactitol có giá trị phản ứng đường huyết thấp hơn đáng kể (GR) so với Sucrose hoặc Glucose và điều này có thể được sử dụng để giảm bớt những thách thức về vấn đề gia tăng đường huyết của chế độ ăn uống bằng cách sản xuất thực phẩm với một GI thấp.

2.4.5. Bảo vệ răng miệng:

Đường là yếu tố quan trọng gây ra các bệnh về răng miệng (sâu răng). Vi khuẩn trong miệng chuyển đổi đường, polysaccharides tạo ra những lắng đọng trên răng. Đó chính là những mảng bám trên răng, những đường mảng bám này sau đó được lên men thành axit. Axit demineralizes phá hủy men răng và gây sâu răng. Lactitol không lên men bởi các vi khuẩn này và không gây mảng bám và không cung cấp thêm calori. Ba thí nghiệm được sử dụng để đánh giá mức độ gây tổn hại đến răng trong thực phẩm và thành phần thực phẩm là:

- Các nghiên cứu trong ống nghiệm
- Các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm trên động vật
- Thử nghiệm lâm sàng và kiểm tra trên cơ thể của con người

2.4.5.1. Các nghiên cứu trong ống nghiệm:

Trong số các báo cáo sớm nhất của *Havenaarl* về việc lên men Lactitol bởi những vi khuẩn đường miệng, tạo ra axit. Một số vi khuẩn mảng bám đã được tìm thấy, có thể chuyển hóa Lactitol như một chất nền, bao gồm *Streptococcus mutans*, từ đó có khả năng ngăn chặn việc hình thành mảng bám, ngoài *Streptococcus mutans* còn có một số chủng *S. sanguis*, *Bifidobacteria* và *Lactobacillus*. Thời gian đường và chất ngọt vẫn còn trong miệng là một yếu tố quyết định của việc hình thành mảng bám do đó những thí nghiệm đầu tiên đã không thiết lập tốc độ của quá trình lên men khi sử dụng Lactitol

làm đường thay thế. Sau đó đã thấy sự sụt giảm pH đã làm chậm quá trình hình thành mảng bám, dẫn đến kết luận rằng Lactitol có thể được lên men từ từ bởi những vi sinh vật.

Ngoài tạo ra axit, một sản phẩm cũng được tạo ra từ quá trình lên men của vi khuẩn là khả năng tổng hợp polysaccharide ngoại bào từ chất nền carbohydrate, làm cho mảng bám răng không còn. Tuy nhiên hiện nay chưa có bằng chứng cụ thể về khả năng tổng hợp polysaccharide ngoại bào từ 216 chất làm ngọt và các giải pháp thay thế đường trong công nghệ thực phẩm. Một nghiên cứu gần đây về Lactitol trong ống nghiệm so sánh năm ống với số lượng lớn chất ngọt khác, ủ với các hỗn hợp của các vi sinh vật của con người đo lường mảng bám răng, đo acid, phát triển tổng hợp polysaccharide không hòa tan, và quá trình axit tấn công lên men răng, đã được thực hiện bởi *Grenby và Phillips*. Sáu chất ngọt khác nhau rơi vào ba nhóm, với lượng acid cao nhất, khả năng sản xuất polysaccharide, và khử khoáng men răng từ Glucose và Sucrose, từ Sorbitol và Mannitol, và ít nhất là của các Lactitol và Xylitol.

2.4.5.2. Các thí nghiệm trên cơ thể động vật:

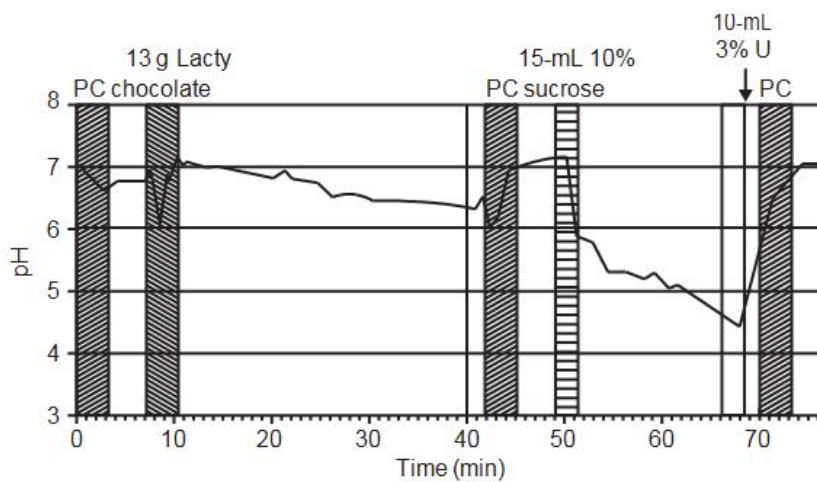
Khả năng không tạo mảng bám răng của lactitol cũng được thử nghiệm trên chuột. Lactitol dạng khan được kết hợp trong chế độ ăn uống, một công thức được xây dựng dựa trên 50% của một chế độ ăn uống bình thường gồm bột mì 25%, và 25% chất kiểm tra. Lactitol được so sánh với Sorbitol, Sucrose, Xylitol kiểm soát dựa trên cùng công thức để xây dựng khẩu phần ăn như trên. Qua quá trình thử nghiệm không thấy có hiện tượng tiêu chảy trên chuột thí nghiệm. Không có tác dụng phụ đáng kể đến sức khỏe nói chung qua quá trình quan sát, biệt là trong nhóm Lactitol. Kết quả cho thấy việc thay thế Sucrose bằng Lactitol làm giảm sâu răng một cách đáng kể. Đối với Sorbitol và Xylitol theo các nghiên cứu khác mà trong đó các polysaccharide được sử dụng. Trong thí nghiệm thứ hai, dùng thức ăn cho người làm thức ăn cho chuột. Loại bánh mì giòn, bánh quy có chứa 16,6% Sucrose và một loại bánh qui chứa Lactitol 66% nghiền thành bột, chế độ ăn hỗn hợp cho hai nhóm 21 con chuột. Giới hạn tối đa của Lactitol trong chế độ ăn kiểm tra là 11%. Cũng theo nghiên cứu này, sau thời gian 8 tuần, răng bị sâu tấn công cho thấy giảm rất đáng kể khi thay thế Sucrose trong các bánh quy bằng Lactitol.

Các nghiên cứu gần đây về các thuộc tính nha khoa của Lactitol ở chuột thử nghiệm đã qua kiểm tra ở mức độ thấp hơn trong chế độ ăn kiêng và trong sản phẩm thực phẩm thành phẩm của con người so với thành phần tương tự trong khẩu phần ăn thí nghiệm cho động vật. Ở một mức độ Lactitol 16% hoặc 16% Xylitol trong chế độ ăn uống pha trộn, lượng tổn thương, và mức độ nghiêm trọng của tổn thương rất gần trên hai phác đồ polysaccharide không thể phân biệt nhưng mang lại lợi ích đáng kể so với nhóm sucrose 16%.

2.4.5.3. Thử nghiệm trên người:

Tại trường Đại học Zurich, một phương pháp đặc biệt đã được phát triển trong việc xác định độ pH của cơ thể trong quá trình hình thành mảng bám ở người. Sau khi tiêu thụ chocolate hay kẹo màu chứa Sucrose được thay thế với Lactitol, các thay

đổi trong quá trình axit hóa mảng bám được phát hiện bởi các điện cực và được truyền điện tử cho một máy ghi biểu đồ. Thuật ngữ 'zahnschonend' (an toàn cho răng/thân thiện với răng) được sử dụng chính thức tại Thụy Sĩ khi độ pH của mảng bám răng giảm xuống dưới 5.7 trong một khoảng thời gian 30 phút. Giáo sư Muhlemann chứng minh trong chocolate sử dụng lactitol là "an toàn cho răng". Trong hình 2.10, chỉ ra rằng trong và sau khi ăn 13h đồng hồ sử dụng chocolate có chứa lactitol, pH mảng bám không bị ảnh hưởng, trong khi với một giải pháp 15-ml sucrose 10%, pH được giảm xuống còn khoảng 4,5 mà chỉ ra rằng Sucrose được lên men thành axit do vi khuẩn đường miệng.



Hình 2.10: Độ pH của Lactitol và Sucrose trong thí nghiệm (5 ngày)

2.5. Ứng dụng:

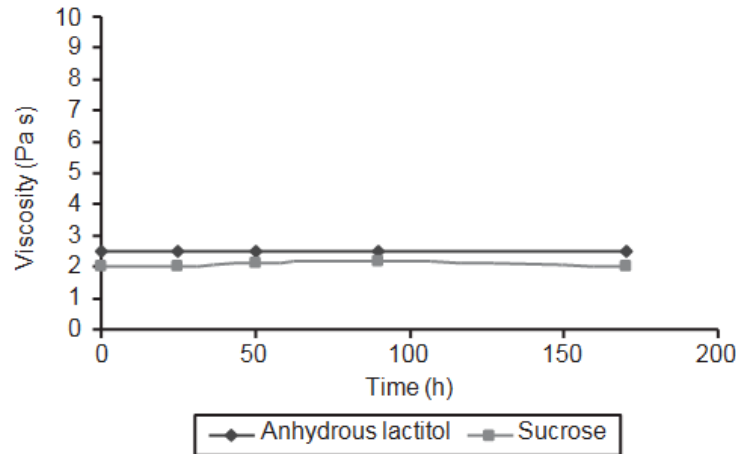
Lactitol có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng như là một thay thế trực tiếp cho đường Sucrose trên một trọng lượng dựa trên mức cơ bản. Bất kỳ mức độ vị ngọt yêu cầu có thể đạt được với việc bổ sung các chất làm ngọt có nồng độ cao kết hợp với lactitol.

2.5.1. Chocolate:

Lactitol có thể được áp dụng thành công khi sản xuất chocolate không đường. Cả hai loại monohydrat là Lactitol và Anhydrate có thể được sử dụng để sản xuất chocolate. Sự khác biệt giữa hai hình thức tinh thể này trong quá trình chế biến nhiệt độ làm kẹo chocolate-Lactitol monohydrat có thể được đông đặc ở nhiệt độ cao hơn, lên đến khoảng 60 ° C các tinh thể nước sẽ bị khóa trong liên kết mà không gây chảy nước và không có độ ẩm không khí được hấp thụ. Trên nhiệt độ này, độ nhớt của khối lượng sô cô la sẽ tăng lên. Nhiệt độ làm kẹo chocolate cao hơn có nghĩa là giảm hàm lượng nước và loại bỏ các thành phần không mong muốn dễ bay hơi và hương vị tổng thể được cải thiện.

Lactitol dạng bột đặc biệt phù hợp với sản xuất chocolate. Lactitol không có nước kết tinh do đó thậm chí còn ổn định hơn so với hình thức monohydrat. Lactitol cũng cho thấy sự ổn định tuyệt đối khi sử dụng cho sản phẩm chocolate được lưu trữ số lượng lớn dạng lỏng ở nhiệt độ cao, cho thấy không có sự gia tăng độ nhớt, ngay cả sau khi 7 ngày (Hình 2.11). Với Lactitol dạng bột nhiệt độ làm kẹo

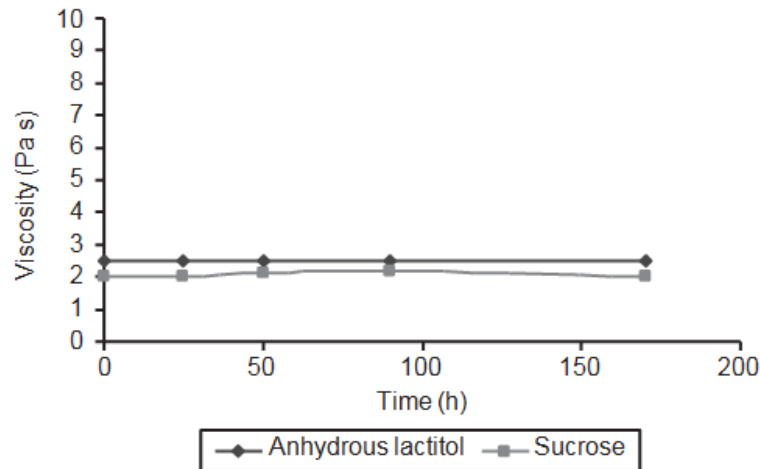
chocolate có thể cao tới 80°C , cho phép phát triển hương vị mạnh hơn và cải thiện hiệu quả hoạt động. Một sự khác biệt giữa hai hình thức là tác dụng làm mát. Các Lactitol dạng bột có tác dụng làm mát thấp hơn monohidrat. Điều này sẽ cải thiện mùi vị của sô cô la, mà cần phải có một hương vị nồng. Không để lại dư vị của chất tạo ngọt trong chocolate.



Hình 2.11: Độ nhớt của chocolate ở 50°C khi dùng dạng bột Lactitol so với Sucrose

2.5.2. Sản phẩm bánh nướng:

Đối với sản phẩm bánh nướng, yêu cầu một lượng calo thấp, lượng đường thấp. Lượng đường có thể được thay thế bằng Lactitol và kết hợp với một số chất ngọt khác nếu vị ngọt thêm là cần thiết. Sản phẩm hoàn chỉnh thường có đặc điểm tương tự, tương đương Sucrose. Đối với một số sản phẩm bánh mì, bánh quy ví dụ, độ giòn của sản phẩm là một trong những đặc điểm quan trọng nhất. Đa số các chất ngọt số lượng lớn có xu hướng hút ẩm, nhưng Lactitol thì khác thể hiện độ hút ẩm thấp. Ví dụ trong các sản phẩm bánh mềm, độ hút ẩm thấp của Lactitol cũng giống việc bổ sung các chất giữ ẩm như Sorbitol mang lại nhiều lợi ích. Điều này sẽ cho một cảm giác mịn, ẩm ướt mà không ảnh hưởng đến cấu trúc và thu được kết cấu với Lactitol. Ngoài ra không có thêm đường, các sản phẩm giảm calo hoặc sản phẩm chức năng có thể được phát triển. Trong các sản phẩm này, Lactitol hoạt động như một chất ngọt số lượng lớn lý tưởng. Trong các sản phẩm giảm calo, Lactitol thường được kết hợp với polydextrose (Litesse®). Sự kết hợp này là hoàn hảo để giảm hàm lượng calo và duy trì một sản phẩm chất lượng cao.



Hình 2.12: Độ nhớt của socola ở 50°C

2.5.2. Kẹo cao su và sản phẩm bánh kẹo :

Kẹo cao su không đường nhai là một trong những sản phẩm phổ biến nhất trong thị trường bánh kẹo ngày nay. Tất cả các polysaccharide đều trải qua một phản ứng thu nhiệt, hấp thụ nhiệt từ môi trường xung quanh khi tan. Hiện tượng này được gọi là “hiệu ứng làm mát” với việc giải tán của các tinh thể trong nước trong quá trình nhai tạo một cảm giác làm mát có thể nhận biết rõ ràng qua vị giác. Thuật ngữ này có thể được sử dụng để tăng cường và bổ sung cho việc cung cấp các hương vị bạc hà cho một sản phẩm hoàn chỉnh làm mới và làm mát, rất thích hợp cho kẹo cao su. Tất cả polysaccharide đều có thể được sử dụng để tạo ra kẹo cao su không đường và Lactitol được sử dụng như một chất ngọt số lượng lớn chủ yếu như là một thay thế cho Sorbitol. Với lợi thế khác biệt đã có, đó chính là bản chất hút ẩm thấp của Lactitol, có nghĩa là không có yêu cầu điều hòa không khí hay hệ thống làm mát trong quá trình sản xuất. Lactitol có thể được sử dụng như một chất tạo ngọt trong kẹo cao su, cán hợp chất, bụi bột, và trong lớp panning. Trong kẹo cao su Lactitol cho một cấu trúc linh hoạt hơn, và không cần phải tăng mức độ dẻo của kẹo cao su như được yêu cầu với kẹo cao su có chứa Sorbitol.

Độ hút ẩm thấp sẽ làm tăng thời hạn sử dụng, đặc biệt là khi được lưu trữ ở nhiệt độ cao và độ ẩm lớn. Hơn nữa, lactitol sẽ cải thiện cảm giác miệng, so với Mannitol (cũng có hút ẩm thấp), lactitol có tính hòa tan tốt hơn và ngăn chặn tính chất tạo tinh thể của kẹo cao su. Kẹo cao su ngọt chứa Lactitol có một kết cấu mềm dẻo hơn qua một thời gian dài, một ví dụ Lactitol là đặc biệt thích hợp, Lactitol có cường độ ngọt thấp cũng như hương vị và độ hòa tan cao của nó làm cho nó thích hợp hơn polysaccharide hoặc chất ngọt khác khác. Lactitol có một vị ngọt thấp, vị ngọt có thể được tăng cường với việc bổ sung các chất làm ngọt có cường độ cao khác.

Lactitol có thể được sử dụng trong một phạm vi lớn trong các sản phẩm bánh kẹo bao gồm bánh kẹo cứng, kẹo dẻo, kẹo bơ cứng để cung cấp lượng calo thấp và sử dụng như một sản phẩm cho người tiểu đường nói chung. Lactitol thay thế một phần Sucrose của các công thức sản xuất thực phẩm, trong khi glucose xi-rô cần phải được thay thế bằng phương pháp hydro hóa tinh bột thủy phân, polydextrose hoặc xirô

Maltitol. Những sản phẩm này được sử dụng như các chất ức chế kết tinh, ví dụ: sản phẩm kẹo caramenl cứng cần một tỷ lệ 70/30 (lactitol / tinh bột thủy phân). Để có kết quả tốt nhất, Lactitol nên được sử dụng kết hợp với polysaccharide khác hoặc polydextrose, để ngăn ngừa hoặc kiểm soát kết tinh. Phối hợp này có kết quả trong hầu như các sản phẩm giống nhau tương đương Sucrose.

2.5.3. Kem và sản phẩm đông lạnh:

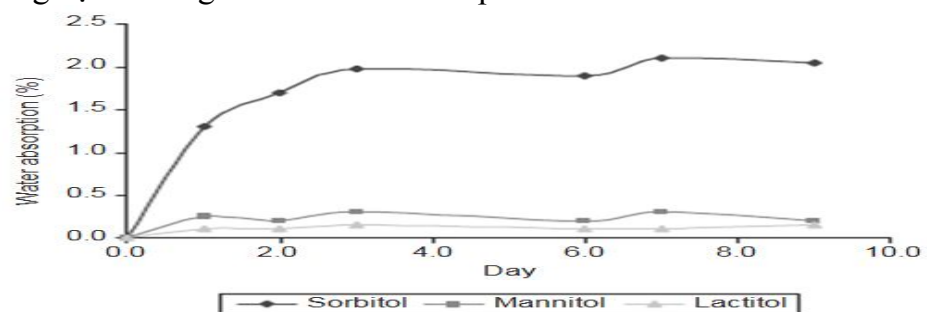
Lactitol thể hiện một loạt các tính chất vật lý, chẳng hạn như hiệu ứng đóng băng, và độ hòa tan cao làm cho nó thích hợp cho sản phẩm kem. Điểm đóng băng của nó tương tự như của đường mía và như vậy có thể được sử dụng để trực tiếp thay thế Sucrose trong kem và các món tráng miệng đông lạnh khác. Điều này cho phép các đặc điểm giống nhau, nhưng nếu yêu cầu một kết cấu mềm cho các sản phẩm này, thì kết hợp của đường monosaccharide hoặc các đường đa chức khác là giải pháp hợp lý.

2.5.4. Bảo quản:

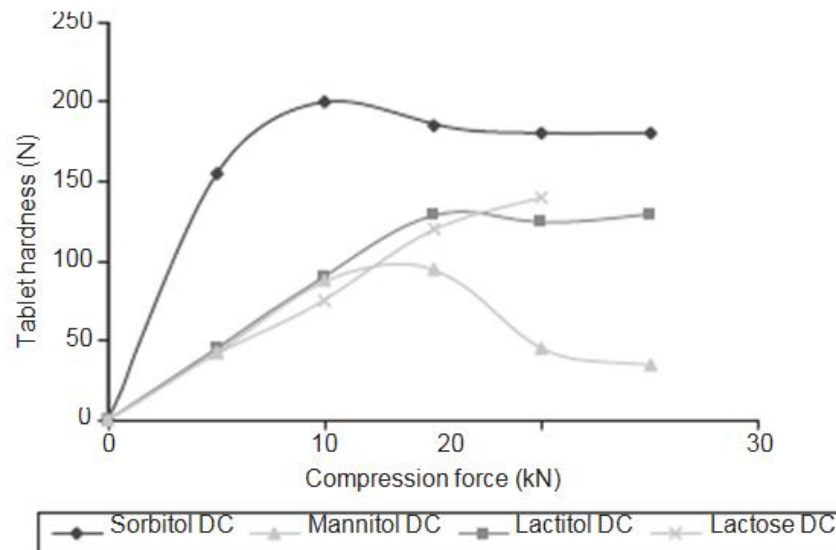
Lactitol có thể được sử dụng trong mứt jam và đặc biệt thích hợp trong việc bổ sung vào mứt với nồng độ chất rắn ít hơn 40%. Các giải pháp để bảo quản, giảm calo thường được tìm thấy ở chất rắn có độ khô thấp. Mứt bổ sung Lactitol sẽ cho kết quả đáng mong đợi ngoài giảm một lượng lớn calo, trong khi vẫn duy trì hương vị và kết cấu tốt. Trường hợp yêu cầu mức độ cao của chất ngọt số lượng lớn được yêu cầu trong mứt jam (65% chất rắn), kết hợp với polysaccharide khác hoặc polydextrose là đề nghị để ngăn chặn quá trình kết tinh.

2.5.5. Viên nén:

Lactitol là lựa chọn lý tưởng để sử dụng như một tá dược trong các chế phẩm dược phẩm. Hoạt tính thấp khi so sánh với các loại đường và polysaccharide khác. Hạt Lactitol đặc biệt thích hợp cho các chế phẩm khô do độ hút ẩm thấp, kéo dài thời hạn sử dụng và bảo vệ các viên nén chống lại độ ẩm. Hình 11,11 cho thấy rằng các viên nén Lactitol hấp thụ hầu như gần hết nước. Dược dạng viên, trực tiếp nén Sorbitol và Mannitol thường được sử dụng. Ưu điểm của Lactitol trong ứng dụng này là độ hút ẩm thấp so với Sorbitol và hòa tan tốt hơn so với Mannitol. Đối với độ cứng Lactitol ở giữa Sorbitol và Mannitol. Điều này đã dẫn đến việc trực tiếp nén Lactitol một lựa chọn tốt. Lactitol là không tạo mảng bám gây sâu răng và do đó đặc biệt thích hợp cho các sản phẩm của trẻ em chẳng hạn đường như vitamin miễn phí.



Hình 2.13: Độ hấp thụ nước ở nhiệt độ 20°C



Hình 2.14: Độ hút ẩm

2.6. Phạm vi sử dụng Lactitol:

Argentina	Đã phê duyệt
Australia	Chấp nhận
Brazil	Chấp nhận
Canada	Chấp nhận
EU	Chấp nhận(E966)
Israel	Chấp nhận
Nhật	Chấp nhận
Norway	Chấp nhận
Thụy Điển	Chấp nhận
Thụy Sĩ	Chấp nhận
Mỹ	Sử dụng ở liều lượng cho phép

2.7. Kết luận:

Lactitol là một chất ngọt số lượng lớn thương mại có sẵn. Tính chất vật lý của nó đảm bảo hiệu suất sản phẩm tối ưu trong quá trình chế biến và lưu trữ của một sản phẩm thực phẩm. Tương tự như sucrose, nó có thể phát triển các sản phẩm thực phẩm đường và bảo quản trong một khoảng thời gian ngắn.

Chương 3: ISOMALT



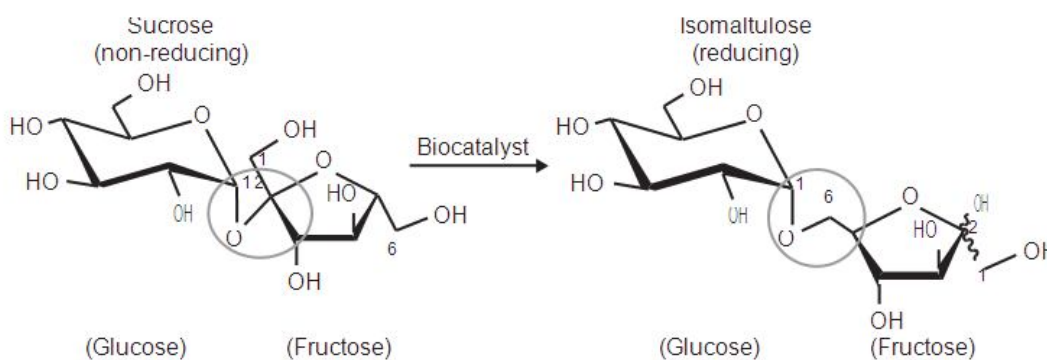
Hình 3.1: Isomalt dạng thương phẩm

3.1. Tổng quát:

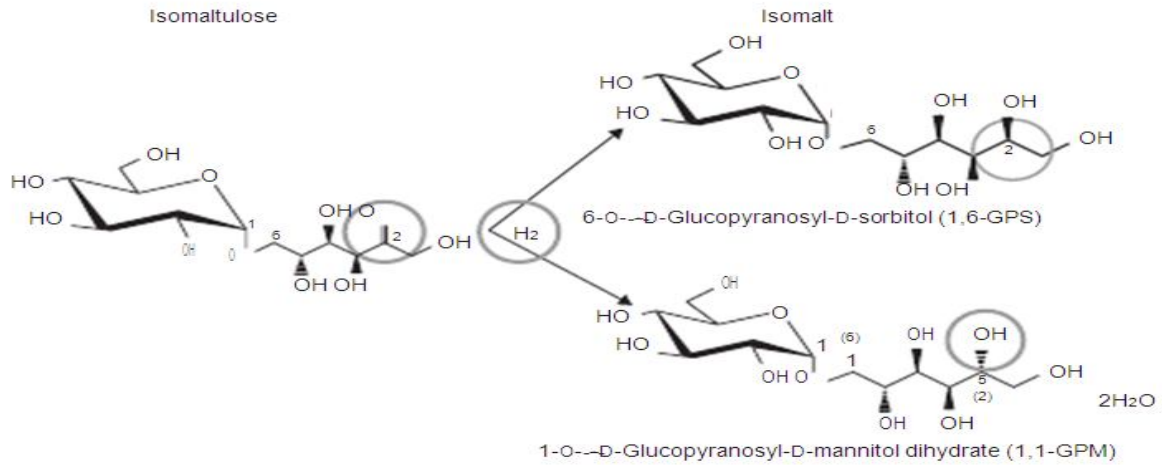
Isomalt là đường thay thế được sản xuất từ đường và sử dụng như đường. Giống như đường, nó có nhiều chức năng trong sản xuất, Isomalt góp phần phát triển tốt tính chất về dinh dưỡng, chức năng ở các sản phẩm bánh kẹo, sản phẩm cho đường huyết thấp, thấp insulin, giảm calo và không sâu răng

Bước đầu phát triển của isomalt được thực hiện vào năm 1957 trong quá trình lên men vi khuẩn đường isomalt(6-O- -D-glucopyranosyl-fructofuranose), nó cũng được biết với thương hiệu Palatinose™. Quá trình sản xuất isomalt được phát triển bằng cách hydro hóa isomaltulose.

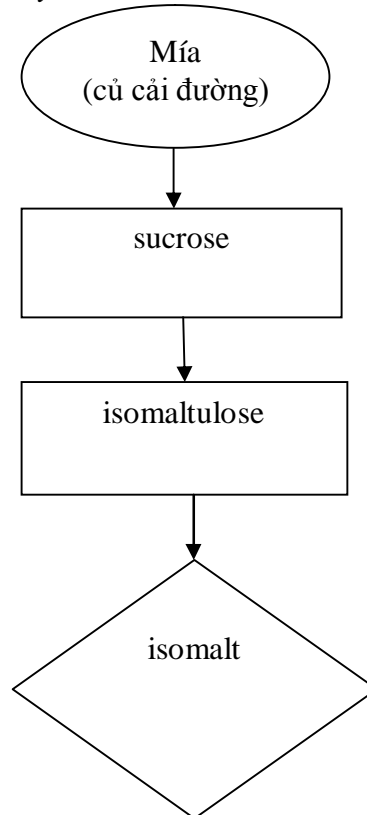
Quá trình sản xuất isomalt có 2 bước cần thiết. Đầu tiên, liên kết 1-2 glucosidic giữa phân tử glucose và fructose sắp xếp cố định bằng liên kết 1-6. Kết quả là isomaltulose, là kết hợp của glucose và fructose. Liên kết 1-6 ổn định hơn liên kết 1-2 ở sucrose. Bước thứ 2, hydro được thêm vào fructose. Kết quả là sự kết hợp giữa 2 rượu đôi (6-O- -D-glucopyranosyl-D-sorbitol và 1-O- -D-glucopyranosyl-D-mannitol dihydrate). Tên chung của hỗn hợp rượu đôi là isomalt



Hình 3.2: Enzym chuyển đổi từ Sucrose thành Isomaltulose



Hình 3.3: Hydro hóa isomaltulose thành isomalt



Qui trình sản xuất chung

Căn cứ vào quá trình này thì có nhiều biến thể về đường Isomalt như: isomalt ST, isomalt GS, isomalt DC và isomalt LM.

3.2.Lợi ích trong công nghệ thực phẩm:

3.2.1.Độ ngọt:

Độ ngọt của Isomalt là 0,45-0,6 so với Sucrose là 1,0

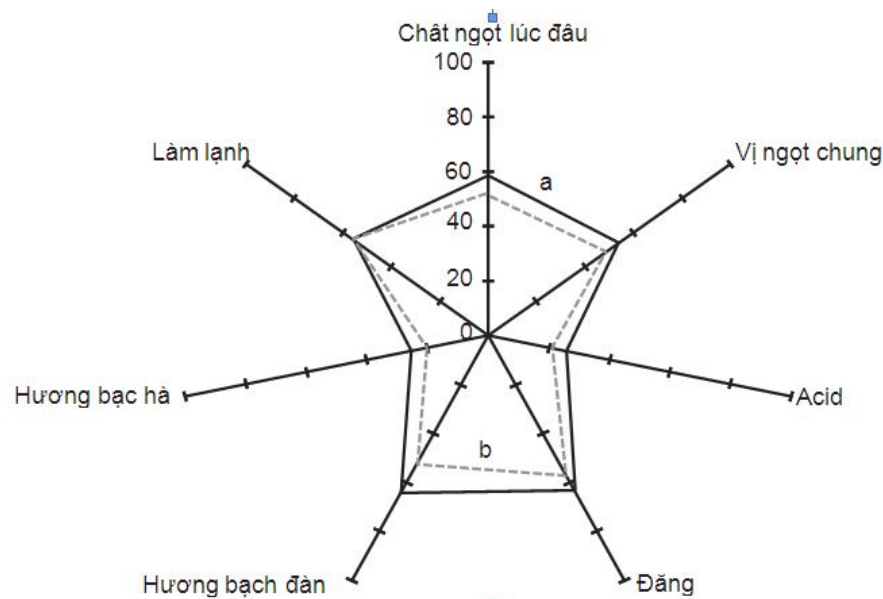
Chất ngọt Isomalt được mô tả có vị ngọt, tinh khiết, mà không có hương vị đi kèm hoặc dư vị, tương tự như đường mía.

3.2.2. Khả năng tương thích với các loại đường khác:

Vì nó tăng cường sự chuyển giao hương vị trong thực phẩm, isomalt là sự kết hợp giữa chất dinh dưỡng và chất không dinh dưỡng. Isomalt có thể kết hợp tốt với Lactitol, Sorbitol, Mannitol hoặc Xylitol.

Nghiên cứu cho thấy isomalt kết hợp mạnh với các loại đường khác, phù hợp với hương vị ngọt và hương vị riêng với từng loại đường mà nó kết hợp.

Một lợi thế khi kết hợp với isomalt là nó che giấu vị đắng của một số chất làm ngọt và chất độn.



Hình 3.4: So sánh kẹo có hương bạc hà, bạch đàn (a: isomalt và aspartame, b: đường)

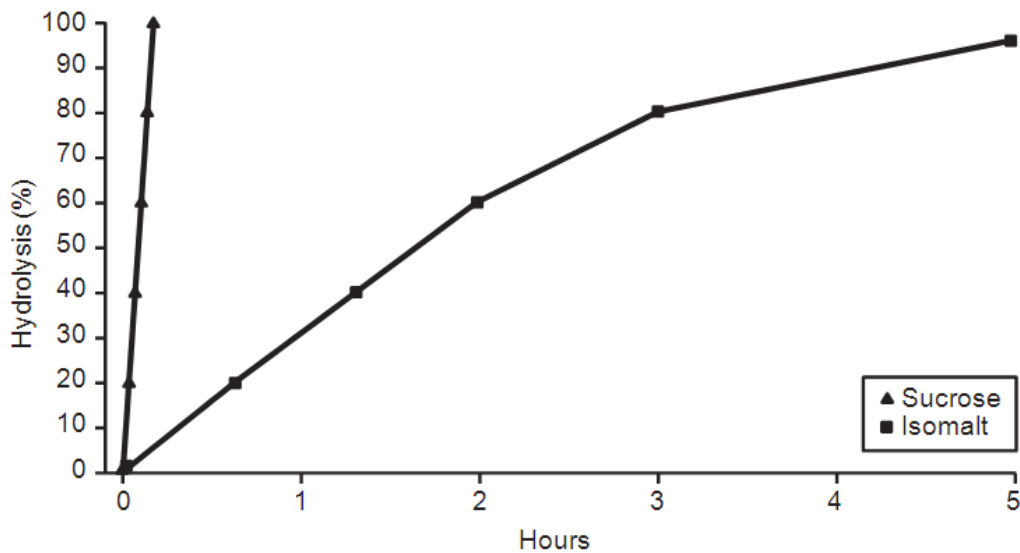
3.3. Tính chất vật lý và hóa học:

3.3.1. Độ bền:

Isomalt khan có tính bền hóa học cao do có liên kết glycosidic

3.3.2. Acid và thủy phân enzym

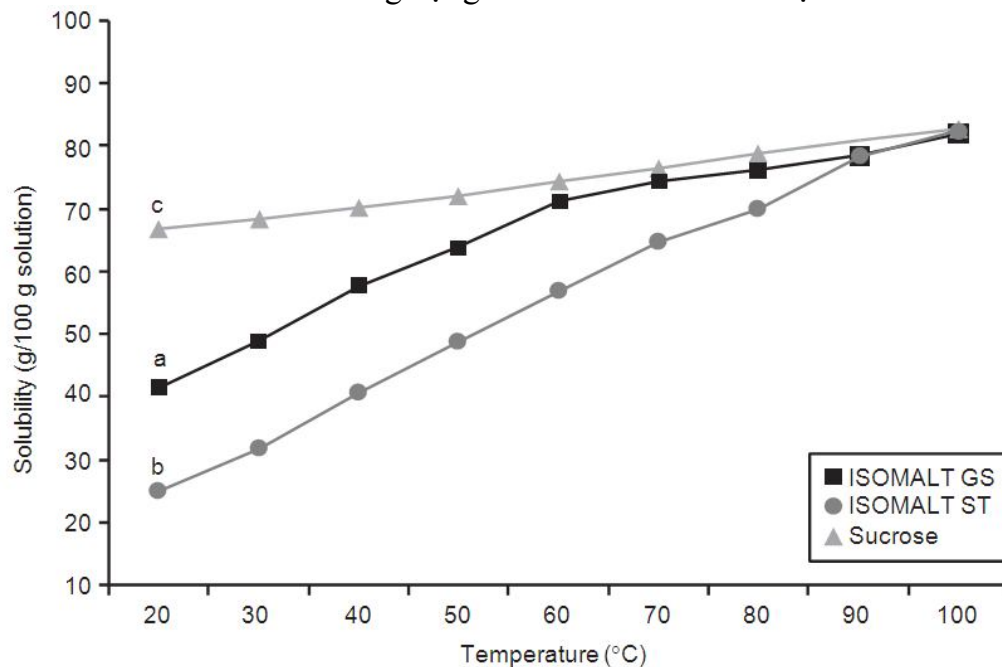
Isomalt có khả năng kháng acid và thủy phân enzyme bởi liên kết glycosidic của hai đồng phân isomalt ở vị trí 1-2 và 1-6 có năng lượng phân ly thấp hơn giữa liên kết glycosidic với liên kết hai monosaccharid trong Sucrose. Hơn 5 giờ mới có thể thủy phân Isomalt hoàn toàn trong HCl 1% ở 100⁰C, còn Sucrose thì trong 5 phút.



Hình 3.5: Thủy phân isomalt và sucrose trong HCl 1% ở 100°C

3.3.3. Tính tan:

Ở 20°C isomalt ST có thể hòa tan 24,5/100g ở nhiệt độ chế biến và so với Sucrose. Độ tan của Isomalt ST có thể ứng dụng nhiều vì tính tan ở nhiệt cao.



Hình 3.6: So sánh độ tan Isomalt st, Isomalt gs, Sucrose

Isomalt gs có độ tan 41,5g/100g ở 20°C, có độ tan cao hơn so với các loại đường biến thể isomalt khác.

3.3.4. Độ nhớt:

Độ nhớt của dung dịch isomalt mà nằm trong khoảng từ 60-90°C thì không khác biệt so với dung dịch Sucrose.

3.4. Tính chất sinh học:

Isomalt là một đường đôi và để hấp thụ cần phải thủy phân thành đường đơn (monosaccharid). Trong các thí nghiệm vi sinh đối với người thì tỉ lệ phân cắt Isomalt bởi enzyme là 100:25:2 cho Maltose:Sucrose:Isomalt. Trên cơ sở nghiên cứu ở người và động vật thì Isomalt được hấp thụ 10% ở ruột non và 90% lên men trong ruột già.

Sau khi dung nạp isomalt thì chỉ số đường huyết rất thấp. Bên cạnh những người khỏe mạnh thì người tiểu đường loại 1 và 2 cho chỉ số phản ứng glucose cao nhất là 12% còn thấp nhất là 2%. Phản ứng insulin thấp. Không giống như các loại carbonhydrates khác như sucrose và glucose không có tác dụng hạ đường huyết. Thức ăn nhẹ, sữa, chocolate làm bằng isomalt thì lượng glycaemia và insulinaemia thấp hơn đáng kể so với thức ăn cùng loại làm bằng sucrose. Chứng minh kiểm soát đường huyết được tiến hành khi dùng 24g isomalt trong 1 ngày, liên tục trong 12 tuần.

Trong ruột già, isomalt được vi sinh vật phân hủy hoàn toàn. Các sản phẩm phân hủy có acid béo, CO_2 , CH_4 , H_2 . Isomalt đã được chứng minh là một nguyên liệu tốt để sản xuất butyrate (chất ngăn ngừa tế bào ung thư trong ruột kết). Một nghiên cứu trên 19 tình nguyện viên sử dụng 30g isomalt trong 28 ngày thì thấy rằng *bifidobacteria* (vi khuẩn trong đường ruột giúp dễ dàng tiêu hóa và tăng cường sức đề kháng) tăng lên 1 cách đáng kể, đó là một hoạt tính sinh học của Isomalt. Các hoạt động của vi khuẩn glucosidase giảm sau khi uống Isomalt. Phân ngâm nước cao khi dùng isomalt cho thấy sức khỏe đường ruột được cải thiện, phòng chống bệnh táo bón. Từ những nghiên cứu về isomalt thì cho thấy rằng sử dụng 50g/ngày thích hợp cho mọi người.

Do hạn chế về tiêu hóa và quá trình trao đổi chất của Isomalt cung cấp ít năng lượng (calo) so với carbohydrates dễ tiêu hóa khác như các loại đường, glucose, tinh bột. Dựa vào nghiên cứu thực tế, thì Isomalt có 2kcal/g năng lượng, trong đó isomalt được tiêu hóa 90-100% trong ruột và đại tràng. Ở một số quốc gia thì bắt buộc ghi giá trị dinh dưỡng của Isomalt. Ví dụ: ghi nhãn ở Nhật Bản là 2kcal/g, 1,2-1,5kcal/g ở Mỹ và Canada. Liên minh châu Âu thì bắt buộc chuyển đổi đơn vị năng lượng (2.4 kcal/g hay 10 kJ).

Isomalt giúp tăng cường sức khỏe răng miệng và phòng ngừa sâu răng. Năng lượng của Isomalt được phân loại thuộc nhóm “không”.

3.5. Ứng dụng:

Dựa vào những đặc tính của Isomalt, thì các biến thể của isomalt có thể thay thế cho đường trong ngành công nghệ thực phẩm và dược phẩm.

Lựa chọn Isomalt là một sự hoàn hảo, đặc biệt là trong lĩnh vực bánh kẹo, chất lượng và thời hạn sử dụng. Trong điều kiện sản xuất hiện nay thì các thiết bị sản xuất có thể sử dụng các ứng dụng của Isomalt mà không cần thay đổi nhiều. Để tối ưu hóa sản phẩm cuối người ta khuyến khích thay đổi quy trình và công thức. Kẹo cao su, chocolate, kẹo cứng là một ứng dụng nổi bật của Isomalt.

3.5.1. Kẹo cứng:

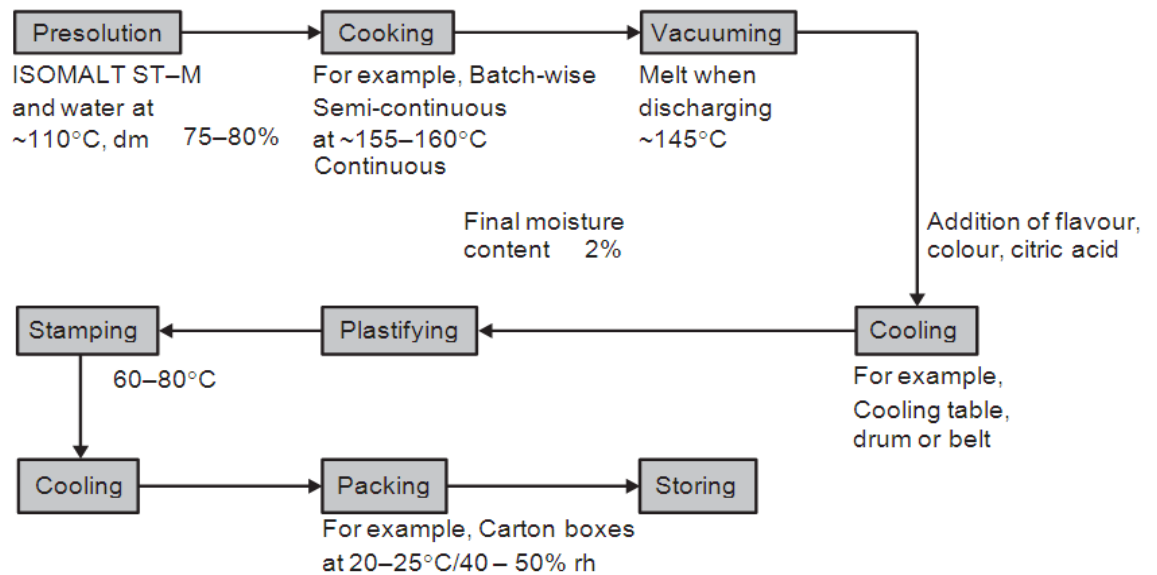
Kẹo cứng có thời gian bảo quản dài nếu hàm lượng nước dưới 2%. Quy trình sản xuất cũng tương tự như Sucrose. Chỉ có 1 vài tham số và yêu cầu xử lý thay đổi. Trong

quá trình sản xuất kẹo cứng Isomalt liên tục hay gián đoạn, các đặc biệt sau đây khác với sản xuất bằng Sucrose cần xem xét:

- Khả năng hòa tan thấp
- Điểm sôi cao hơn
- Giảm độ nhớt
- Khả năng thu nhiệt cao

Trong quá trình sản xuất, tùy thuộc vào thiết bị mà chuẩn bị trước tỉ lệ giữa Isomalt và nước. Nói chung, khi chuẩn bị syrup thì cần 70-80% chất khô ở 110⁰C. Khi pha trộn Isomalt với các loại đường khác nên cần tính toán trước.

3.5.1.1. Quy trình công nghệ:



Hình 3.7: Quy trình sản xuất kẹo cứng bằng isomalt

Đối với Sucrose, điều quan trọng là khống chế quá trình kết tinh đường. Ở nhiệt độ cao thì Isomalt có khả năng hòa tan thấp hơn Sucrose, thời gian hòa tan cũng dài hơn. Trong thực tế, điều này có nghĩa là mức tiêu thụ thấp so với Sucrose nếu đun nóng trong chân không hay áp suất cao để đảm bảo nhiệt độ tối thiểu là 110⁰C. Một tinh thể tự do tan được 70-80% khi hòa tan trong nước. Kinh nghiệm thực tế cho thấy là hòa tan từng mẻ là phương pháp tốt khi hòa tan hoàn toàn Isomalt. Để đảm bảo cho quá trình sản xuất liên tục, Isomalt được hòa tan trong tank (bồn lên men)

3.5.1.2. Nấu:

Kẹo cứng Isomalt được sản xuất bằng nồi nấu liên tục hay bán liên tục. Như đã đề cập, kẹo cứng cần nhiệt sôi cao để độ ẩm trong kẹo ở 2%. Tùy thuộc vào cách bố trí thiết bị sử dụng nồi chân không thì nhiệt độ được khuyến cáo như sau:

Nấu không ứng dụng chân không-165⁰C

Nấu trong nồi chân không 135-140⁰C

3.5.1.3.Chân không:

Do nhiệt độ sôi cao hơn nên isomalt sau khi nấu có độ nhớt thấp hơn. Một ứng dụng quan trọng của isomalt trong sản xuất là làm giảm nhiệt độ khi hút chân không. Tùy thuộc vào thiết bị chân không sử dụng, chất lượng, thời gian nhiệt độ tan chảy của isomalt thay đổi từ 130⁰C và 150⁰C. Điều này đảm bảo nhiệt độ hoạt động thấp bổ sung bám dính của khối isomalt

3.5.1.4.Phụ gia:

Việc bổ sung phụ gia có thể dễ dàng thực hiện với máy trộn trực vít, làm giảm nhiệt độ tan chảy phụ thuộc vào nhiệt độ thải trong sản xuất liên tục hay gián đoạn. Tốt hơn nhiệt tan chảy không được quá 110⁰C để tránh mất hương vị nhiều. Trong quá trình ổn định nhiệt độ Sucralose và Acesulfame-K được thêm vào trong quá trình hòa tan, Acesulfame-K được thêm vào sau quá trình hút chân không. Để tránh quá trình lắng và đảm bảo quá trình đồng nhất Aspartame, nó có thể hòa trộn với các phụ gia khác như acid citric dạng lỏng.

3.5.1.5.Làm nguội:

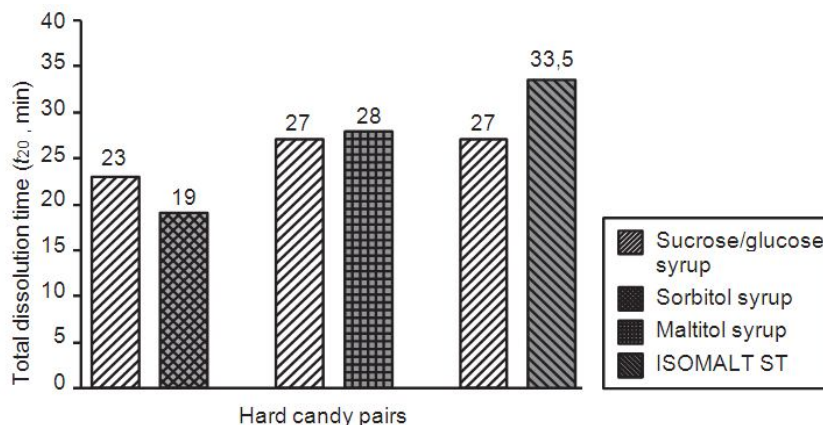
Do nhiệt độ nấu cao mà một số Isomalt có độ nhớt thấp hơn Sucrose sau khi hút chân không. Thêm vào đó là nhiệt dung của Isomalt cao gấp 17% so với sucrose. Do có 2 thuộc tính trên mà mất nhiều thời gian để hạ nhiệt khối isomalt (100-110⁰C) độ nhớt của khối Isomalt cũng được so sánh với sucrose. Làm mát xuống 60-80⁰C thì thu khối plastified và có nhiệt dung cao.

3.5.1.6 Đóng hộp:

Không có một yêu cầu đặc biệt nào cho thiết bị hộp bằng con lăn hay dập hộp.

3.5.1.7.Làm nguội kẹo

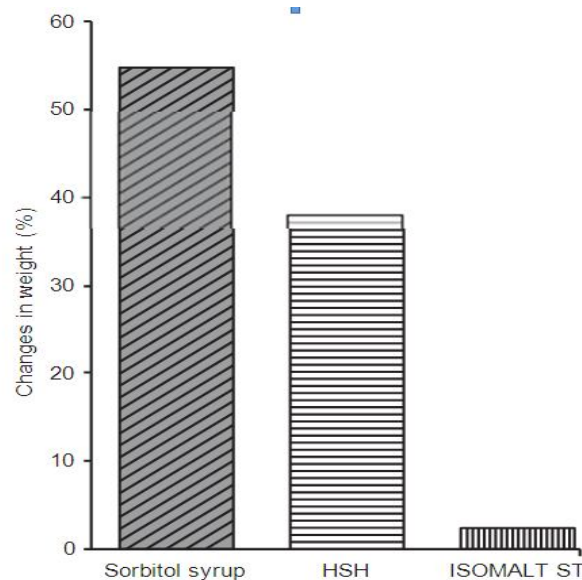
Khối kẹo được tạo hình được làm nguội đến nhiệt độ 25-30⁰C. Sau đó được lưu trữ hay đóng gói.



Hình 3.8: Tổng thời gian tan chảy so sánh từng cặp kẹo

3.5.1.9. Đóng gói:

Kẹo cứng cần đóng gói với bao bì chống hút ẩm hoặc bổ sung thành phần hút ẩm. hoặc hút ẩm trong thời gian dài



Hình 3.9: biểu diễn khối lượng thay đổi do hút ẩm ở 25⁰C sau 7 ngày không bao bì.

3.5.2. Chocolates:

Chocolates sử dụng Isomalt LM có những đặc điểm nổi bật như tan chảy khi ăn. Không cần phải làm lạnh khi ăn chocolates. Hơn thế nữa, hiệu quả hạ đường huyết và hạ chỉ số insulin của isomalt góp phần tạo ra những sản phẩm hạ đường huyết như bánh ngũ cốc chocolates, bánh quy hay thanh chocolates.

Công thức cho chocolates isomalt LM giống như chocolates sucrose. Tùy thuộc vào quá trình và yêu cầu của khách hàng mà ISOMALT LM-E hoặc ISOMALT LM-PF được sử dụng. Nếu sử dụng ISOMALT LM-E thì cần phải xử lý do bụi. Trong quy trình sản xuất truyền thống chỉ cần chỉnh lại 1 bước đối với máy nghiền kiểu bi, ISOMALT LM-PF sẽ thích hợp hơn.

Để có vị ngọt như chocolates sucrose, aspartame, acesulfame-K thì sucrose được bổ sung với 1 lượng nhỏ. Cường độ của chất ngọt phụ thuộc vào hương vị và nồng độ sử dụng

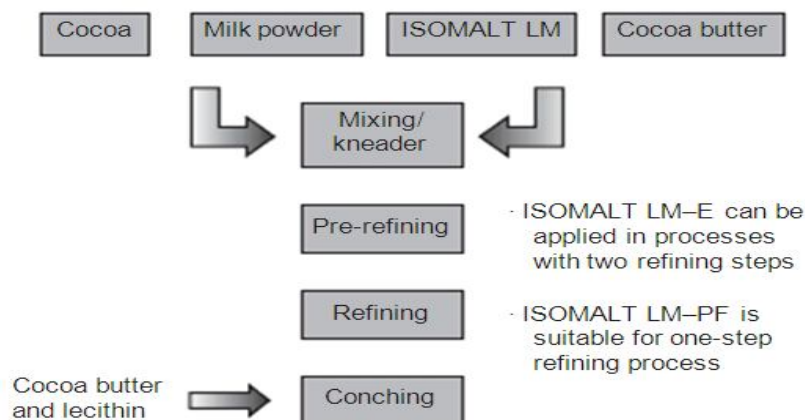
Công thức làm chocolates bảng bên dưới có độ ngọt vừa đủ. Tuy nhiên độ ngọt phụ thuộc vào nhiều thứ như bột sữa, loại cocoa...

Ingredients	Dark chocolate (%)	Milk chocolate (%)
ISOMALT LM-E or LM-PF ^a	45.60	42.00
Cocoa liquor	45.20	12.90
Cocoa butter ^b	8.50	20.00
Whole milk powder	–	21.40
Hazelnut paste	–	3.00
Lecithin	0.50	0.50
Flavour	0.10	0.10
Sweeteners ^c	0.10	0.10
Total	100.00	100.00

Bảng 3.1: công thức cơ bản cho chocolates

Nhằm giảm calo và tổng chất béo của chocolates và giảm 1 phần Isomalt LM bằng các chất độn như polydextrose (Litesse®) hoặc inulin (Beneo®). Nếu có yêu cầu về chất xơ hay pre-biotic isomalt LM có thể kết hợp, ví dụ: 5-10% inulin (Beneo®).

Đây chuyên sản xuất thông thường có thể sử dụng cho chocolate isomalt LM. Khối lượng ca cao, sữa bột, isomalt LM và 1 phần bơ được pha trộn bằng máy. Sau khi khối lượng đồng nhất và đạt được độ mịn là được. Tính chế bột chocolate sau đó tạo hình trước khi thêm phần bơ còn lại vào. Như thường lệ, hàm lượng nước của tất cả các thành phần trong công thức, đặc biệt là sữa bột càng thấp càng tốt. Điều này làm quá trình kết tụ trong quá trình làm chocolate, tạo cảm giác xù xì cho thời chocolate.

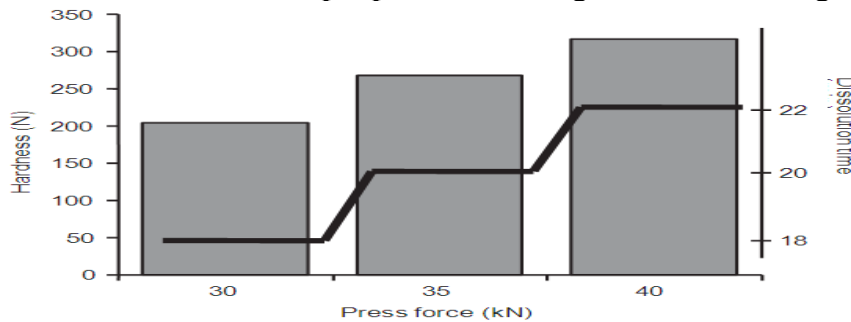


Hình 3.10: quy trình sản xuất chocolates isomalt LM.

Isomalt LM có độ ẩm thấp. Do lượng nước rất thấp và hút ẩm thấp của isomalt LM nên nhiệt độ làm chocolate thông thường được điều chỉnh (ví dụ như: chocolate sữa ở 70⁰C và chocolates đen ở 80⁰C). Trong sản xuất đường chocolate thì chocolate isomalt LM phải được tạo hình nhanh chóng. Sự cần thiết của nhiều chất béo phụ thuộc vào yêu cầu chất béo ở sản phẩm cuối cùng và được điều chỉnh theo yêu cầu của khách hàng, được thực hiện chung với công thức đường. Tùy thuộc vào việc định hình mà liều lượng chất béo phải được xem xét. Đối với chocolate có hàm lượng chất béo thấp (ví dụ như dưới 29%), bổ sung lecithin tại thời điểm bắt đầu và trong quá trình làm kẹo rất hữu ích trong quá trình điều chỉnh. Chocolate Isomalt LM lỏng được bảo quản tốt ở 45⁰C. Khuấy đảo thường xuyên. Khi làm tan chảy chocolate thì nhiệt độ không quá 55⁰C.

3.5.3. Viên nén:

Isomalt DC được thiết kế trực tiếp cho các sản phẩm bánh kẹo không đường hoặc y tế (dược phẩm). Nó được nén bằng các máy thông thường. Vì vậy, nó rất cần thiết cho một bột nén cho các hạt có kích thước hạt nhỏ và có xu hướng không dính. Isomalt DC có 2 biến thể là isomalt DC 100 từ Isomalt ST, Isomalt DC 200 từ Isomalt GS. Isomalt DC rất linh hoạt và cho phép sản xuất dạng viên với độ cứng, hòa tan khác nhau.



Hình 3.11: So sánh thời gian hòa tan của isomalt

Một tính năng nổi bật của isomalt DC nói chung là không sản xuất dưới tác dụng làm nguội nhưng làm tăng hương vị của các loại.

Tùy thuộc vào thành phần khác của viên nén mà công thức không bắt buộc phải có. Đề bôi trơn thuốc nhuộm cần 0,5-1% canxi hay magiê stearate được thêm vào. Ở một số nước châu Á thì việc sử dụng stearates không cho phép, sucrose esters sẽ được thay thế. Cuối cùng viên nén được sản xuất đơn giản trong bảng bên dưới.

Ingredients	Percentage
ISOMALT DC	98.40
Intense sweetener	0.3
Citric acid	0.3
Flavour	0.5
Magnesium stearate	0.5

Bảng 3.2 : công thức sản xuất viên nén isomalt DC.

3.6. Tính an toàn:

Tính an toàn của Isomalt được kiểm tra với các cơ quan y tế trên thế giới như quá trình phê duyệt, kết quả phê duyệt trong thực phẩm hoặc phụ gia và tùy thuộc vào luật pháp của từng nước. Trên thế giới, Isomalt được đánh giá bởi JECFA, WHO/FAO. JECFA đánh giá kết quả an toàn vào năm 1986, ủy bản nhận thấy không cần hạn chế lượng dùng hằng ngày. Theo đó, Isomalt được phê duyệt sử dụng trong thực phẩm trong GMP trên thế giới. Đối với thương mại quốc tế, JECFA xác định đặc tính kỹ thuật bằng sắc ký lỏng cao áp (HPLC). Ủy ban tiêu chuẩn châu Âu, ủy ban kỹ thuật CEN/TC 275 “Food Analysis – Horizontal Methods” đã hoàn tất việc xác định isomalt, lactitol, maltitol, mannitol, sorbitol and xylitol trong thực phẩm.

3.7. Quy định sử dụng trên thế giới:

Isomalt được chấp nhận như thực phẩm hay phụ gia trên 70 quốc gia và lãnh thổ (EU, NAFTA and MERCOSUR, Russia, China, Japan, India, Australia/New Zealand, một số quốc gia châu Á...). Isomalt cũng được sử dụng như dược phẩm và số lượng

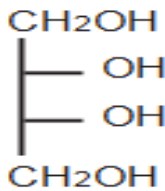
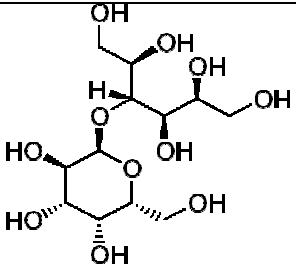
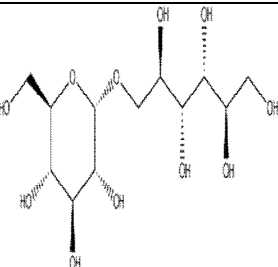
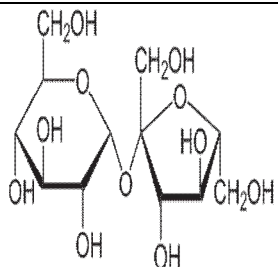
ngày càng tăng lên.

3.8.Kết luận:

Isomalt là đường thay thế duy nhất với lượng lớn cho Sucrose. Quá trình sản xuất gồm có 2 bước, chuyển đổi enzyme và hydro hóa, Isomalt là hỗn hợp của rượu đôi 1,1-GPM-dihydrate and 1,6-GPS. Bên cạnh đó Isomalt phù hợp với người bị tiểu đường làm thấp đường huyết. Do hương vị của Isomalt tương tự với sucrose nên Isomalt rất khó phân biệt với các sản phẩm truyền thống. Trong điều kiện sản xuất hiện nay thì không cần thay đổi lớn cho sản xuất Isomalt. Bên cạnh đó chocolates, bánh nướng hay các sản phẩm ngũ cốc là 1 ứng dụng nổi bật của Isomalt.

Tóm lại, Isomalt là 1 chất ngọt lý tưởng thay thế các sản phẩm đường truyền thống. Với tính chất đó mà isomalt đáp ứng nhu cầu tiêu dùng lành mạnh với thời gian dài hơn.

TỔNG KẾT

	Erythritol	Lactitol	Isomalt	Sucrose
Quá trình sản xuất	Lên men bằng nấm nấm <i>Moniliella pollinis</i>	Hydro hóa Lactose	Củ cải đường lên men tạo isomaltulose, hydro hóa tạo thành isomalt	Mía đường
Công thức phân tử				
Độ ngọt (so với sucrose)	60-70%	40%	45-60%	100%
Calori	0 cal/g	2,4 Kcal/g	2 Kcal/g	3,94 Kcal/g
Tăng lượng đường huyết	Không	Không	Không	Có
Quá trình tiêu hóa	90% ở ruột non, một số ít ở ruột già, mặc dù hấp thụ tốt nhưng không chuyển hóa	2% được hấp thụ còn lại vi khuẩn <i>Lactobacilli</i> và <i>Bifidobacteria</i> sử dụng. Lactitol như là prebiotic	Hấp thu 10% ở ruột non và 90% ở ruột già. Khả năng bị phân cắt bởi enzyme yếu nên quá trình trao đổi chất hạn chế. Vi khuẩn <i>bifidobacteria</i> tăng lên đáng kể khi sử dụng isoamlt	Enzyme thủy phân thành Glucose và Fructose → được hấp thụ ngay và chuyển thành năng lượng.
Tác dụng bảo vệ răng miệng	Có. <i>Streptococcus</i> không phát triển trên erythritol nên không tạo mảng bám và tạo lượng nhỏ acid	Có. Lactitol không được lên men bởi vi khuẩn trong miệng nên không hình thành mảng bám	Có. Isomalt tăng cường sức khỏe răng miệng và phòng ngừa sâu răng	<i>Streptococcus</i> lên men sucrose làm pH giảm xuống hình thành các mảng bám

Tài liệu tham khảo:

1. Helen Mitchell, Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology, Blackwell Publishing, 2006
2. Lyn O'Brien Nabors, Alternative Sweeteners, The fourth edition, 2011