



OS POLIÓIS

Amplamente distribuídos nos reino vegetal e animal, os polióis encontram-se presentes em maçãs, pêras, figos, cerejas, aipos, cebolas, beterrabas, abóboras, azeitonas, algas, fungos, etc. Apesar de serem compostos naturais de muitas plantas e animais, sua extração se torna economicamente inviável, devido aos baixos teores. Assim, os polióis são obtidos pela conversão do grupo carbonílico (aldeído e cetona) dos açúcares em álcool, por hidrogenação catalítica, sendo por isso também conhecidos como álcoois polihídricos ou açúcares de álcoois. A principal aplicação dos polióis em alimentos é em confeitos isentos de açúcares, como balas, gomas de mascar e chocolates.

PROPRIEDADES ESTRUTURAIS

Os álcoois polihídricos, polióis ou açúcares álcoois, conhecidos também como edulcorantes de corpo, diferenciam-se de outros sacarídeos devido à redução das funções cetona ou aldeído. Constituem uma classe especial de carboidratos, podendo ser monossacarídeos (sorbitol, manitol, xilitol, eritritol), dissacarídeos (maltitol, lactitol, isomalte) e mistura de sacarídeos e polissacarídeos hidrogenados (xarope de glucose hidrogenado). Alguns destes polióis são mais comumente conhecidos através do nome comercial, como é o caso do isomalte ou Palatinit, e do xarope de glucose hidrogenado ou Lycasin. Os polióis monossacarídeos são encontrados naturalmente em frutas e verduras e como produto intermediário no metabolismo de carboidratos de animais, incluindo o homem.

Os polióis resultam da hidrogenação catalítica do grupo redutor de um sacarídeo específico facilmente acessível (sacarose, açúcar invertido, frutose, glucose, xarope de glucose, xarope de maltose, lactose, xilose etc.). Os polióis podem ser obtidos industrialmente, como mostra o Quadro 1.

A conversão do grupo carbonílico (aldeído ou cetona) de açúcares em

álcool, com conseqüente transformação de estruturas cíclicas a lineares, confere aos polióis importantes propriedades, como resistência ao escurecimento, diminuição da susceptibilidade à fermentação, maior resistência à cristalização, maior estabilidade química e maior afinidade por água.

Uma das principais utilizações dos polióis está relacionada à propriedade destes compostos de conferir corpo aos alimentos. Na indústria alimentícia, são empregados misturados com edulcorantes intensos, quando há a necessidade de restrição de açúcar. Tais misturas muitas vezes não promovem redução do valor calórico do alimento, mas oferecem resultados satisfatórios em termos de sabor e textura.

O poliol que apresenta maior doçura é o xilitol, geralmente considerada igual a da sacarose, os demais são menos doces (veja Quadro 2).

Quando dissolvidos na boca na forma cristalina, os polióis contribuem para uma sensação refrescante agradável, devido ao calor de dissolução negativo. O poliol com maior ação refrescante é o xilitol, sendo seguido pelo manitol, sorbitol, maltitol, lactitol e isomalte.

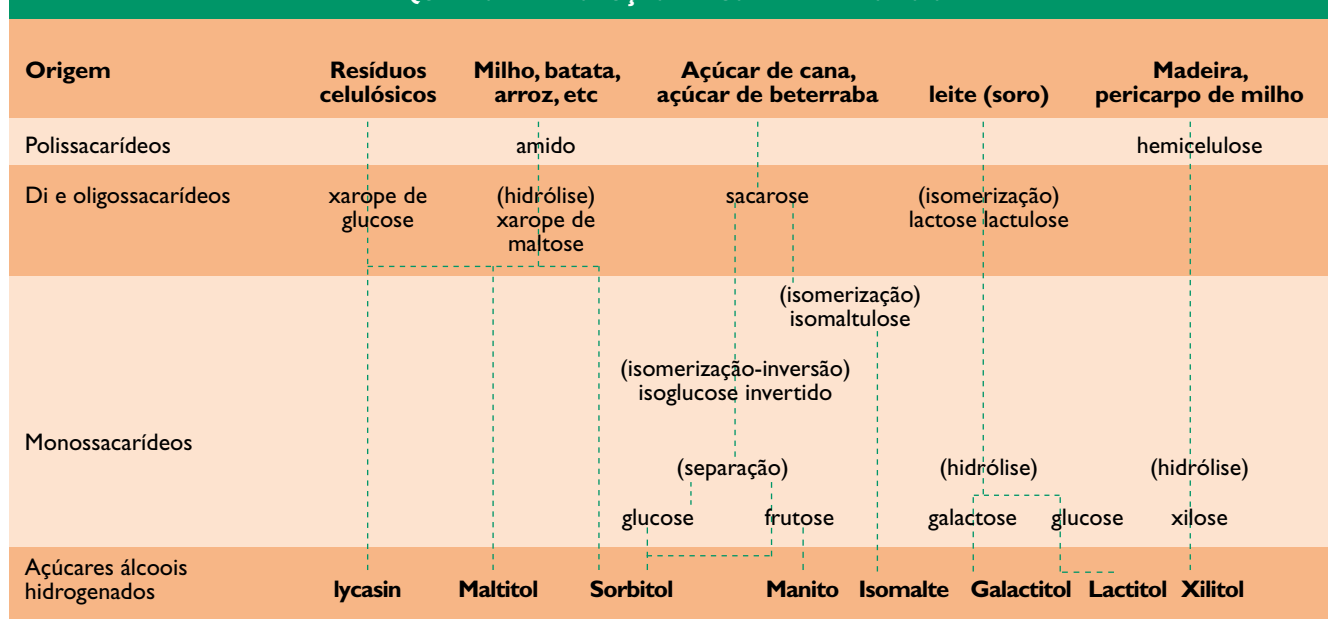
O sorbitol, xilitol, maltitol e lactitol têm solubilidade próxima a da sacarose (195g/100g H₂O a 20°C). A

solubilidade do isomalte e do manitol é cerca de 40% e 20% a da sacarose, respectivamente.

A atividade de água de um produto é a relação entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor da água pura nas mesmas condições. A atividade de água afeta a atividade enzimática, reação de Maillard, oxidação de lipídios, estabilidade microbiana e a textura, sendo que estes fatores associados influem na conservação do produto. Os polióis são excelentes agentes redutores de atividade de água. O manitol apresenta maior atividade de água entre todos os polióis, seguido pelo lactitol, maltitol, xilitol, Lycasin 80/55 e sorbitol.

A higroscopicidade caracteriza a capacidade de um produto reter ou absorver água. É expressa através do conhecimento da atividade de água. Não há relação entre a higroscopicidade de um produto em solução e a do seu estado cristalino. Em solução, a higroscopicidade é função da massa molecular, sendo que a higroscopicidade aumenta (e a atividade de água diminui) à medida que o peso molecular diminui. Na forma cristalina, o manitol e o lactitol podem ser considerados não higroscópicos; o isomalte e o maltitol são levemente higroscópicos; o xilitol é moderadamente higroscópico; e o sorbitol é altamente higroscópico.

QUADRO 1 - PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE POLIÓIS



QUADRO 2 - GRAU DE DOÇURA DOS POLIÓIS EM RELAÇÃO À SACAROSE

Polióis	Doçura em relação à sacarose	Valor calórico (kcal/g)
Sorbitol	50%	4
Manitol	40%	2
Xilitol	100%	4
Maltitol	80%	4
Lactitol	30% a 40%	2
Isomalte	45% a 60%	2

O Lycasin 80/55 apresenta o maior peso molecular, seguido em ordem decrescente pelo isomalte, lactitol, maltitol, xilitol, manitol e sorbitol. Essas diferenças são significativas, porque para um mesmo teor de sólidos, um polioli com peso molecular menor originará soluções com menor pressão de vapor, fazendo com que haja maior absorção de água da atmosfera.

Os polióis são mais estáveis na presença de ácido, base e calor do que o açúcar. O açúcar se decompõe a temperatura abaixo de 150°C, já os polióis podem ser aquecidos à temperatura de 165°C a 200°C. O xilitol, o lactitol monohidratado e o sorbitol apresentam baixos pontos de fusão; os demais polióis, incluindo o lactitol anidro, fundem a temperaturas superiores. Como regra geral, os açúcares com peso molecular inferior ao da sacarose apresentam solução com ponto de ebulição superior a de soluções de sacarose, e vice-versa. Portanto, quanto maior a concentração da solução, maior o ponto de ebulição.

A viscosidade de soluções de polióis é função dos pesos moleculares, variando com a temperatura e a concentração. A 25°C, a solução de Lycasin a 70% apresenta maior viscosidade do que a de sacarose a 70%, que por sua vez é maior do que a de sorbitol a 70%, de lactitol a 60%, de isomalte a 60%, de xilitol a 70%, e bem abaixo de xilitol a 63%.

A temperatura de congelamento de soluções aquosas de polióis e o abaixamento do ponto de congelamento variam em função da concentração. De acordo com a Lei de

Raoult, estas propriedades físicas são diretamente proporcionais ao peso molecular dos polióis.

Por não apresentarem grupos redutores, não formam produtos da reação de Maillard com aminoácidos, mesmo a temperaturas próximas de 170°C.

Atuam como emulsificantes, estabilizantes, umectantes, crioprotetores e redutores do ponto de congelamento.

Os polióis não são cariogênicos. Ao xilitol são atribuídas propriedades cariostáticas, ajudando a prevenir cáries por inibir a fermentação de carboidratos, reduzindo a acidogênese e a formação de placa. Já o sorbitol é considerado como produto referencial na determinação do potencial cariogênico de um alimento.

APLICAÇÃO E METABOLISMO

A principal aplicação dos polióis em alimentos é em confeitos isentos de açúcar, como balas, gomas de mascar e chocolate.

Estudos realizados ao longo dos anos discutem as propriedades dos polióis em vários tipos de alimentos, fornecendo as possíveis alterações das características ao se utilizar cada tipo de polioli e sugerindo a melhor opção para cada caso. A associação de polióis com o objetivo de contornar suas propriedades negativas e obter sinérgismo são propostas para fondant, chocolates, balas de goma, balas duras, balas mastigáveis e pastilhas.

Metabolicamente, os polióis comportam-se como carboidratos, mas

são absorvidos independentemente da insulina por absorção passiva (10 a 20g/h) e sem elevação da taxa de glicose sanguínea, podendo ser consumidos por diabéticos. Somente a porção utilizada para transformação em glicose ou glicogênio, que podem ser formados em pequenas quantidades, necessita de insulina. Alguns estudos revelam que a presença simultânea de sorbitol e glicose retarda a absorção de glicose pelo intestino em até um terço. O intestino humano apresenta habilidade limitada de utilização dos polióis, sendo que menos de 50% a 75% da dose ingerida é biodisponível.

Quando ingeridos em excesso, devido à baixa taxa e lenta velocidade de absorção pelo intestino delgado (várias vezes menor do que a da sacarose), podem promover, ao atingir o cólon, um efeito osmótico, causando diarreia. A tolerância à ingestão de polióis é variável de indivíduo para indivíduo, sendo maior para pessoas habituadas a ingeri-los. Polióis dissacarídicos, como o isomalte, mostram maior tolerância devido ao seu elevado peso molecular. O eritritol é um polioli que não apresenta efeito laxativo.

No fígado, os polióis monossacarídicos são oxidados pela desidrogenase L-iditol, independente de insulina, à frutose, para o manitol e sorbitol, e à xilulose, para o xilitol. O sorbitol e o xilitol são oxidados em sua quase totalidade, sendo excretadas na urina somente pequenas quantidades. Como o manitol é um substrato pobre para a enzima, significativas porções da dose ingerida são excretadas.

Basicamente, os polióis são digeridos através de duas vias metabólicas: absorção no intestino delgado e fermentação no intestino grosso (cólon). Ambas as vias devem ser consideradas quando se avalia o conteúdo energético.

No intestino, a glicose é completamente absorvida através de um mecanismo de transporte ativo. No metabolismo subsequente, a glicose contribui com um valor calórico de 4kcal/g.

Os polióis monossacarídicos (sor-

LEI DE RAOULT

François-Marie Raoult (1830-1901) foi um químico francês que estudou o fenômeno do abaixamento do ponto de congelamento e do aumento do ponto de ebulição nas soluções e, fundamentando-se neles, desenvolveu um método para a determinação do peso molecular.

Na química, a Lei de Raoult afirma que a pressão parcial de cada componente em uma solução ideal é dependente da pressão de vapor dos componentes individuais e da fração molar dos mesmos componentes. Uma vez alcançado o equilíbrio na solução, a pressão de vapor total da solução é: $P_{\text{solução}} = (P_{\text{puro}})_1 X_1 + (P_{\text{puro}})_2 X_2 \dots$

e a pressão de vapor individual ou pressão parcial de cada componente é $P_i = (P_{\text{puro}})_i X_i$ onde

- $(P_{\text{puro}})_i$ ou P_i^* é a pressão de vapor do componente puro

- X_i é a fração molar do componente na solução

Como consequência, com o aumento do número de componentes em uma solução, a contribuição individual de cada componente na pressão de vapor diminui, já que a fração molar de cada componente diminui a cada acréscimo de um novo componente. Se um soluto puro tem pressão de vapor zero (não evapora) e é dissolvido em um solvente, a pressão de vapor da solução final (solvente-soluto) será menor do que o do solvente puro.

Esta lei é válida estritamente apenas se a ligação entre, por exemplo, as moléculas de diferentes líquidos em uma mistura for qualitativamente igual a ligação entre moléculas dos próprios líquidos individualmente (condição de uma solução ideal).

Portanto, a comparação entre valores de pressões de vapor reais e valores preditos pela Lei de Raoult permite obter informações sobre a força relativa da ligação entre os líquidos presentes na mistura estudada.

Variação da pressão de vapor total de uma mistura binária com a fração molar do composto 1 quando a Lei de Raoult é obedecida. Por exemplo, se o valor real for menor que o valor esperado, é porque menos moléculas escaparam da solução líquida para a fase vapor; isto pode ser explicado ao afirmar que a força de ligação entre as moléculas dos diferentes líquidos é mais forte do que a ligação dentro dos próprios líquidos individualmente, de forma que menos moléculas têm energia suficiente para escapar à fase vapor. Se, porém, o valor real é maior que o valor esperado, é porque mais moléculas escaparam para a fase vapor devido à ligação mais fraca entre as diferentes moléculas da mistura.

bitol, manitol e xilitol) são absorvidos através da membrana intestinal bem mais lentamente por transporte osmótico passivo. Todavia, apenas uma pequena proporção do poliol ingerido é absorvido por esta via. No metabolismo subsequente, exceto no caso de excreção urinária, a fração de polióis monossacarídicos que atravessou a membrana intestinal é completamente metabolizada, sendo que esta fração contribui com um valor calórico de 4kcal/g.

A maior porção dos polióis monossacarídicos não é absorvida, mas fermentada pela microflora no cólon, gerando ácidos graxos voláteis. Esta fermentação contribui com um valor calórico de aproximadamente 2kcal/g.

Os polióis dissacarídicos (maltitol, lactitol, isomalte e xaropes de maltitol) não podem atravessar a membrana intestinal e necessitam de hidrólise prévia. São primeiramente digeridos à polióis monossacarídicos e hexoses para, então, serem absorvidos. A fração de todos os polióis não-absorvíveis que atingem o cólon é fermentada à ácidos graxos voláteis (além de acetato que representa quantitativamente o principal produto final da fermentação). Esta fração fornece uma contribuição de cerca de 2kcal/g. Traços de polióis dissacarídicos intactos são absorvidos e excretados como tal na urina.

Devido ao fato da energia metabolizável dos polióis não ser a mesma após absorção no intestino delgado e após fermentação no cólon, pode-

se admitir que o valor calórico dos polióis se situa em uma faixa entre 2 e 4kcal/g.

Valores diversos sobre a energia dos polióis (1,6; 2; 2,4; 3,5 ou 4kcal/g) são propostas em função da complexidade e da precisão dos métodos biológicos de medida no homem, da dificuldade de se construir grupos homogêneos de indivíduos, de fatores individuais, do tempo de trânsito intestinal, das diferenças de permeabilidade da membrana intestinal, e do modo e da quantidade em que são consumidos.

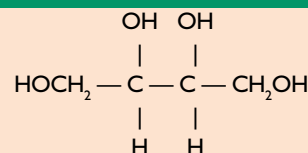
Até recentemente, o valor calórico atribuído aos polióis era de 4kcal/g. A Comunidade Econômica Europeia admitiu o valor energético dos polióis igual a 2,4kcal/g, baseando-se em bibliografias de 10 anos sobre este assunto.

A legislação brasileira permite a utilização do manitol, sorbitol, isomalte ou isomaltitol, maltitol e xarope de maltitol. A Portaria nº. 122 da SVS, MS de 24/11/95 determinou para os produtos cuja previsão razoável de consumo resulte na ingestão diária de 20g de manitol ou de 50g de sorbitol, ou outros polióis que possam causar efeito laxativo, a apresentação da declaração: "Este produto pode causar efeito laxativo".

O ERITRITOL

O eritritol é um poliol encontrado em frutas, algas, cogumelos e em alguns alimentos fermentados, como vinho e cerveja. É derivado do monossacarídeo eritritose. O eritritol e outros álcoois polihídricos, como glicerol, arabitol e manitol, podem ser produzidos por leveduras osmofílicas. A estrutura do eritritol é apresentada na Figura 1.

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO ERITRITOL



Devido à sua origem natural, O eritritol pode ser produzido por processo biotecnológico, compreendendo duas

etapas; a primeira é a hidrólise enzimática de amido de milho ou trigo, produzindo glucose, que é posteriormente fermentada através de leveduras osmofílicas à eritritol, com ribitol e glicerol como subprodutos típicos, obtendo-se 50% de rendimento.

O eritritol não é cariogênico, sendo o único poliol que associa esta propriedade com baixo valor calórico e ausência de efeitos colaterais.

Apresenta 68% da doçura da sacarose, forte efeito refrescante e perfil de sabor semelhante ao da sacarose. Para acentuar a doçura pode ser utilizado em combinação com edulcorantes, como acessulfame-K ou aspartame. Além de ser utilizado como substituto da sacarose, pode atuar como agente redutor de atividade de água, umectante e plastificante. Apresenta solubilidade muito inferior aos demais polióis, com exceção do manitol. Esta propriedade resulta em excelente comportamento de cristalização, permitindo seu uso em aplicações onde a estrutura cristalina da sacarose é essencial. Em contraste com a sacarose, o eritritol é menos

estável no estado vitrificado e cristaliza rapidamente. Apresenta excelente estabilidade térmica e a pH ácido.

O eritritol é considerado adequado para ser ingerido por diabéticos. Não causa diarreia e flatulência como os demais polióis, a polidextrose e os frutooligossacarídeos, devido ao fato de ser rapidamente absorvido pelo intestino delgado. Quantidades que possam eventualmente alcançar o cólon são fermentadas com dificuldade pela microflora intestinal. Após ser absorvido, o eritritol não é metabolizado, sendo excretado inalterado através da urina. Devido a sua difícil utilização pelo organismo, com 90% sendo excretado pela urina, apresenta baixo valor calórico, correspondente a menos de 10% do VET da sacarose (0,3 a 0,4kcal/g). Com os demais edulcorantes de corpo, se tem conseguido redução calórica de 50%; com o eritritol é possível reduzir até 90%.

APLICAÇÕES DO ERITRITOL

O eritritol é o poliol ideal para utilização em balas e chocolates, sendo que a substituição total de açúcar por eritritol em chocolates permite redução calórica de 30%, combinado a excelente sabor e qualidade de textura. Pode ser empregado em gomas de mascar e, combinado com edul-

corantes intensos, em adoçantes de mesa, proporcionando redução calórica em torno de 90%.

O eritritol é aprovado no Japão para uso em refrigerantes e adoçantes de mesa. Na França, consta na lista de aditivos, juntamente com o manitol e o xilitol. Seu uso não é permitido nos Estados Unidos.

O ISOMALTE

O isomalte foi descoberto no início dos anos 50 pela empresa alemã Süddeutsche Zucker AG, o maior processador de açúcar de beterraba da Europa Ocidental. O isomalte (Palatinit® ou Palatinose® hidrogenada) é uma mistura equimolar de dois dissacarídeos hidrogenados, o α -D-glicopiranosil-1,6-D-sorbitol (GPS; isomaltitol) e o α -D-glicopiranosil-1,1-D-manitol (GPM). É comercializado sob a marca Palatinit® pela empresa alemã Palatinit GmbH.

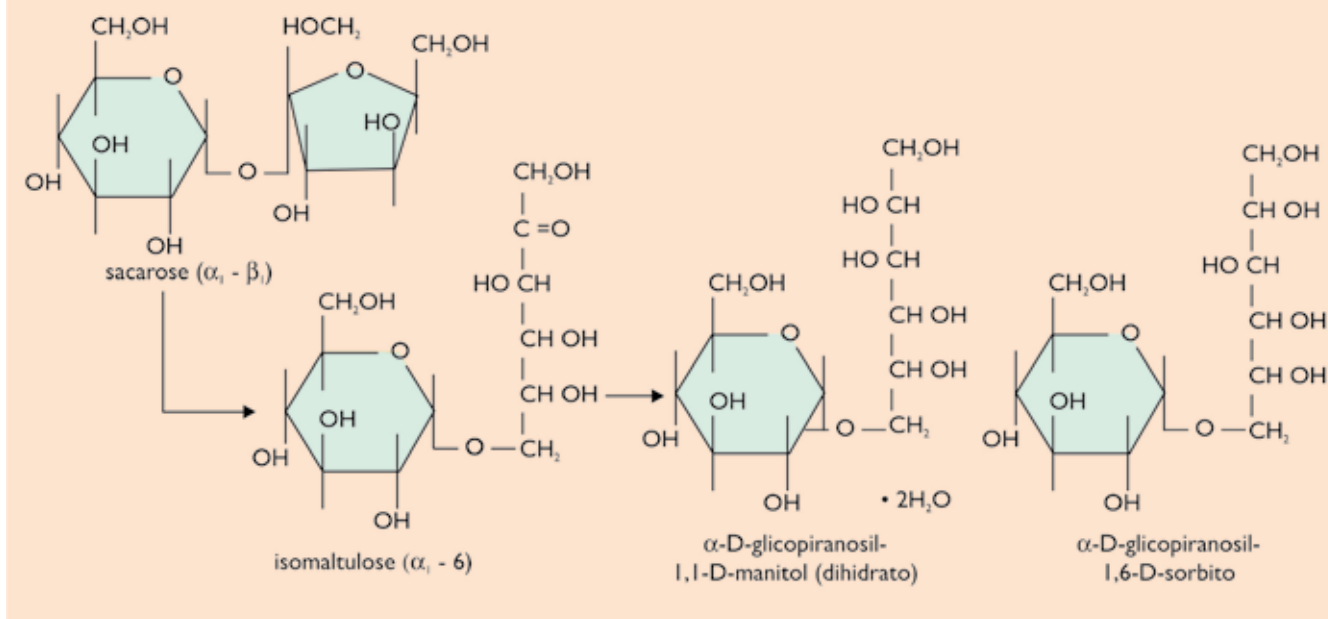
O processo de produção do isomalte consiste essencialmente de duas etapas. A primeira envolve um rearranjo da ligação glicosídica 1,2 da sacarose para ligação 1,6, por bactérias ou enzimas imobilizadas (Protaminobacter rubrum), obtendo-se a isomaltulose (α -D-glicopiranosil-1,6-D-frutofuranose ou Palatinose®). Faz-se a purificação do produto por cristalização e, na segunda etapa, através de hidrogenação catalítica da frutose da isomaltulose em manitol e sorbitol, obtém-se a mistura conhecida como isomalte, composta de quantidades equimolares de dois estereoisômeros α -D-glicopiranosil-1,6-D-sorbitol (GPS) e α -D-glicopiranosil-1,1-D-manitol (GPM).

Em sistemas aquosos, o GPS forma cristais anidros, e o GPM apresenta duas moléculas de água de cristalização, ou seja, 5% de água ligada. A Figura 2 apresenta a estrutura do isomalte e a obtenção a partir da sacarose.

O poder adoçante do isomalte é 45% a 65% o da sacarose (0,5 a 0,6 em relação à sacarose a 10%). Seu perfil de



FIGURA 2 - ESTRUTURA DO ISOMALTE



sabor é puramente doce, sem efeito refrescante ou gosto residual. Mostra sinérgismo quando combinado com xarope de glicose hidrogenado, sorbitol, xilitol e edulcorantes intensos, podendo mascarar o sabor residual amargo destes últimos. Intensifica sabores em alimentos. A substituição da sacarose por isomalte apresenta vantagens em decorrência da semelhança de suas propriedades, exigindo alterações mínimas nos métodos de produção tradicionais. Em relação a corpo e textura, pode substituir a sacarose em proporção 1:1.

As propriedades físicas e químicas do isomalte são muito semelhantes às do açúcar e, em alguns aspectos, no que se refere ao menor valor calórico (2kcal/g) e estabilidade, superiores as do açúcar. Apresenta alta estabilidade química, térmica, enzimática e microbiológica. O isomalte é 10 a 15 vezes mais resistente a hidrólise ácida e enzimática do que a sacarose. A estabilidade microbiológica decorre da ligação 1,6, a qual é resistente as enzimas do trato digestivo e a maioria dos microrganismos deteriorantes. O ponto de fusão (145°C a 150°C), viscosidade e densidade são da mesma ordem que os da sacarose. Seu ponto de ebulição, 17 % maior que o da sacarose, exige períodos mais prolongados de cozimento. É pouco solúvel

em água (25g/100g H₂O a 20°C). Em comparação com os polióis monossacarídicos, o isomalte apresenta maior tendência à cristalização e menor higroscopicidade. Em produtos sólidos, como geléias, pode haver recristalização, devendo-se utilizar no máximo 46 % do produto seco ou empregar um inibidor de cristalização, como o xarope de glicose hidrogenado. A baixa higroscopicidade não exige embalagens especiais, aumenta o shelf life de muitos produtos e, em gomas de mascar, balas e caramelos macios, gera uma superfície de fusão não pegajosa. Mostra menor efeito refrescante do que os demais polióis (calor de dissolução de 9,4kcal/kg ou 39,40kJ/kg) e próximo ao da sacarose (4,3kcal/kg ou 18,16kJ/kg).

Os dois hexitóis do isomalte diferem em sua conformação, sendo o glicosil-glicitol um pouco mais curto e volumoso, e o glicosil-manitol um pouco mais alongado. Tais diferenças refletem no metabolismo do isomalte a nível enzimático, excreção renal e absorção pela mucosa intestinal. O isomalte é digerido apenas no estômago. No intestino delgado, a hidrólise do isomalte em glicose, sorbitol e manitol, pelo complexo da dissacaridase intestinal, é 12 vezes mais lenta do que a da sacarose. A constância no nível de glicose ou

insulina e a pequena quantidade de dissacarídeos excretados pela urina são fatos que sugerem a fraca absorção, sendo absorvido no intestino apenas 1/3 da substância. O produto é rapidamente degradado no intestino grosso em gases e ácidos graxos voláteis. A excreção pelas fezes é muito pequena. Somente 50% do isomalte é convertido em energia.

Estudos sobre a tolerância do isomalte demonstraram haver forte dependência com a forma que o produto é ingerido. Quanto a este aspecto, o trato intestinal é menos sensível a alimentos sólidos do que líquidos. Em experiências com animais, a ingestão crônica de altas doses de isomalte não ocasionou diarreia, flatulência ou distúrbios metabólicos. Animais e humanos podem se adaptar mais rápido a altas doses de isomalte do que a altas doses de outros polióis. Entre as razões estariam o maior peso molecular e a menor pressão osmótica que o isomalte apresenta em relação aos polióis monossacarídicos. Contudo, doses acima de 100g ingeridas por adultos podem ocasionar diarreia, sendo bem toleradas doses diárias contínuas de, no mínimo, 50g de isomalte.

O JECFA (*Joint Expert Committee on Food Additives*, em português, Comitê Conjunto de Peritos em Aditivos

Alimentares) permitiu, em 1985, o uso do isomalte em alimentos e designou IDA não especificada.

APLICAÇÕES DO ISOMALTE

O isomalte é amplamente utilizado em geléias com máximo de 25% de sólidos, para evitar cristalização, e em preparados à base de frutas. É utilizado como adoçante em chá e café, bem como em pudins, sobremesas, sorvetes, bebidas refrescantes, balas, chocolates, produtos de panificação e confeitaria.

Em 1995, a Portaria n° 10/95 - SVS/MS permitiu o uso do isomalte como edulcorante em alimentos e bebidas dietéticas, em quantidade suficiente para obter o efeito desejado. Contudo, dias após, esta Portaria foi revogada com a justificativa da necessidade de complementação de dados técnicos sobre o uso do isomalte. Seis meses mais tarde, a Portaria n° 166- SVS/MS de 03/08/95 autorizou definitivamente a inclusão do isomalte ou isomaltitol na Tabela 1 da Resolução 04188, com a função de edulcorante em alimentos dietéticos em quantidades suficientes para obter o efeito desejado.

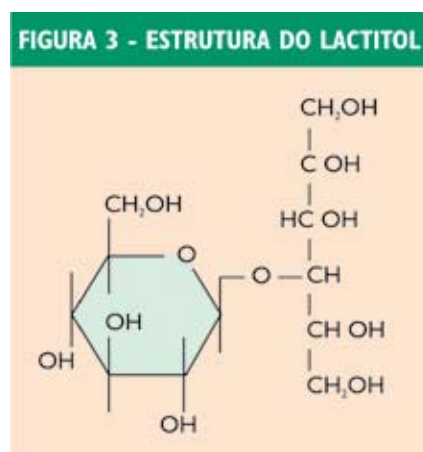
A Resolução MERCOSUR/ GMC n° 104/94, que complementou a lista geral harmonizada de aditivos para o Mercosul, autorizou o emprego do isomalte.

O Comitê Científico de Alimentos da CEE liberou o uso do isomalte em 1985. Na Europa, o isomalte é usado em confeitos, chocolate, gomas de mascar, sorvetes e produtos de panificação. É permitido no Reino Unido, desde 1983, em mais de 25 produtos. Seu uso é aprovado, também, na Suíça, França, Luxemburgo, Alemanha, Holanda, Áustria, Itália, Irlanda, Suécia, Dinamarca, Noruega, Finlândia, Gibraltar, Singapura, Israel e Hong Kong. Na Austrália, é permitido em balas. Nos Estados Unidos, é listado como GRAS.

O LACTITOL

Descoberto em 1920 e preparado com êxito em 1937, o lactitol (4-O-β-D-galactopiranosil-D-sorbitol) é

um poliol dissacarídico, cuja estrutura é apresentada na Figura 3.



O lactitol não é encontrado na natureza, sendo obtido através da hidrogenação catalítica de uma solução de lactose, açúcar do leite, a 30% - 40 % por redução de uma unidade glicopiranosil em sorbitol.

O lactitol é comercializado na forma dihidratada, podendo ocorrer também na forma monohidratada, dependendo das condições de cristalização. A primeira apresenta ponto de fusão de 75°C a 78°C, e a segunda, 120°C a 123°C. Alguns destes cristais estão unidos a moléculas de água que se evaporam em temperaturas inferiores a 100°C, transformando a forma monohidratada em anidra. Por hidrólise, produz D-galactose e D-sorbitol. Soluções aquosas de lactitol apresentam viscosidade ligeiramente superior a de soluções de sacarose e um pouco inferiores à de sorbitol. Quando em mistura com xarope de glucose, sua viscosidade iguala-se a da sacarose. Utilizado para substituir a sacarose na proporção 1:1 em peso, proporciona estrutura e textura semelhantes às da sacarose pura. A viscosidade do lactitol liquefeito é superior à dos demais polióis. Além disso, o lactitol tem boa solubilidade (170g/100g H₂O a 20°C). Apresenta efeito refrescante, ao ser dissolvido em água ou por ação da saliva, devido ao seu calor de dissolução negativo (monohidratado 12,4kcal/kg ou 52,1kJ/kg; dihidratado 13,8kcal/kg ou 58,1kJ/kg). Apresenta excelente estabilidade

química e microbiológica. É estável ao armazenamento na faixa de pH 3,0 a 7,5 e temperatura de 60°C. Com o aumento da temperatura e da acidez pode haver decomposição do lactitol à sorbitol e glucose. Em pH elevado (10 a 12), por 24 horas a 105°C, há recuperação de 98% do poliol. Sob condições severas de assamento e na fabricação de balas duras, o teor de lactitol permanece invariável, não sendo afetado a temperaturas de até 170°C. Quando aquecido, de 179°C a 240°C, é parcialmente convertido à lactitana, sorbitol e polióis de menor peso molecular.

O peso molecular do lactitol é superior aos demais polióis, o que resulta em baixa higroscopicidade, justificando sua aplicação como excipiente para edulcorantes intensos. A alta viscosidade que confere às soluções o torna o edulcorante ideal para caramelos. Seu efeito sobre a atividade de água e redução do ponto de congelamento é semelhante ao da sacarose.

Sua doçura é de 0,3 a 0,4 vezes a da sacarose, quando comparado a uma solução de 2% a 8%. Devido à baixa doçura, é utilizado industrialmente como suporte e estabilizador de aromas e em produtos farmacêuticos. Mostra perfil de doçura semelhante ao da sacarose, com dulçor suave e sem sabor residual. Manifesta sinergismo com edulcorantes intensos e outros edulcorantes de “corpo”. Uma solução de lactitol a 10% contendo 0,03% de aspartame ou acessulfame-K, ou 0,013% de sacarina, apresenta doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

O lactitol pode ser esterificado com ácidos graxos, originando excelentes emulsificantes. Por não apresentar grupos redutores, não atua como substrato para reação de Maillard.

O lactitol não é cariogênico e como os demais polióis apresenta efeito protetor contra as cáries por ser hipoacidogênico, podendo ser utilizado em cremes dentais. O lactitol é de difícil metabolismo por microrganismos orais. Apresenta, in vitro, baixo potencial desmineralizador do esmalte e baixa cariogenicidade

em ratos de laboratório. Além disso, forma placa dentária em proporção muito inferior à sacarose.

O metabolismo do lactitol é semelhante ao de uma fibra alimentar. Quase 100% da dose administrada de lactitol não é absorvida, ou seja, é muito pouco absorvido pelo trato digestivo (1% a 3 %, quando comparado com lactose ou isomalte, e 25 %, quando comparado com sacarose), especialmente quando ingerido por crianças. A velocidade de hidrólise do lactitol pelas carboidrases intestinais é aproximadamente 1% a 10% da observada com a lactose. Passando inalterado no intestino delgado para o grosso, é metabolizado pela microflora do cólon à ácidos graxos voláteis, CO₂ e biomassa, a qual melhora a retenção de água, a semelhança das fibras alimentares. Os ácidos orgânicos são ainda metabolizados no corpo humano. Isso resulta em uma contribuição calórica de 50% em relação aos açúcares.

O Comitê de Rotulagem Nutricional da União Européia conferiu ao lactitol, assim como aos demais polióis, o valor calórico de 2,4kcal/g, ou seja, 40 % menos do que o açúcar. Existem controvérsias quanto ao valor calórico, sendo que a maioria dos cientistas considera 2kcal/g. No Canadá, admite-se o valor de 2,6kcal/g.

O lactitol não afeta os níveis de glucose ou insulina no sangue, podendo ser utilizado por diabéticos. Pode resultar em flatulência, diarreia e desconforto digestivo. A dose capaz de provocar diarreia é muito elevada (74 ± 6g/dia). Cerca de 2 % do lactitol ingerido é eliminado pela urina.

O Comitê Científico para Alimentos da União Européia e o JECFA estabeleceram IDA não especificada para o lactitol, porém para evitar efeito laxativo não deve ser excedida a dose de 20g/dia. O organismo é capaz de se acostumar com o lactitol em um período de tempo relativamente curto, permitindo o consumo de doses superiores a recomendada.

APLICAÇÕES DO LACTITOL

Por seu sabor suave e agradável e excelente estabilidade térmica pode ser utilizado no preparo de bebidas, sorvetes, sherbets e sopas instantâneas.

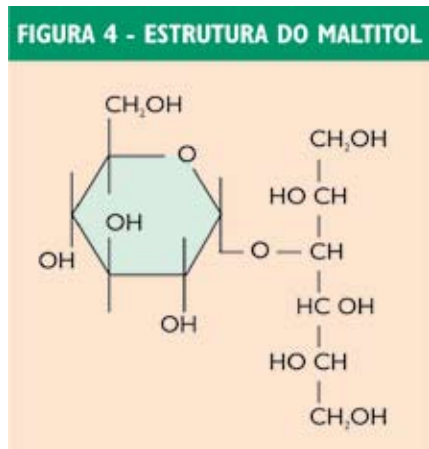
Em produtos de panificação, origina produtos igualmente crocantes. O lactitol realça o sabor de chocolates e promove aumento de shelf life, devido a sua baixa higroscopicidade. Nestes casos, seu baixo poder adoçante (40% o da sacarose) pode ser contornado através da adição de aspartame ou acessulfame-K; a associação de lactitol com polidextrose pode resultar em maior redução do valor calórico. O lactitol é especialmente indicado na elaboração de geléias e doces. A substituição de 50% de açúcar em geléia de morango produz sabor semi-doce e agradável. Pode substituir totalmente o açúcar em gomas de mascar, tornando-as mais flexíveis e não higroscópicas e, em balas duras, conferindo-lhes estrutura vítrea bastante estável.

Não existe referência ao lactitol na legislação brasileira, mas a Resolução MERCOSUR/GMC nº 19/93 permite seu uso.

O uso do lactitol é aprovado em Israel, Japão, Suíça, França, Itália, Canadá e Reino Unido, entre outros países. Nos Estados Unidos, o lactitol está incluído na lista da Diretiva de Edulcorantes da União Européia.

O MALTITOL

O maltitol ou 4-O- α -D-glicopiranosil-D-sorbitol, cuja estrutura é apresentada na Figura 4, é um poliál dissacarídico, não encontrado na natureza. É produzido por hidrogenação da D-maltose obtida de hidrolisado enzimático de amido de milho ou de batata hidrolisada enzimaticamente.



A hidrogenação do xarope de maltose resulta no xarope de maltitol, o qual é purificado, desidratado e cristalizado. No Japão e na Itália, o maltitol é comercializado com o nome de Malbit® (Hayashibara Co. Ltd.). O processo, patenteado pela empresa Hayashibara em 1960, consiste na liquefação do amido pré-cozido por α -amilase, seguida de clivagem da amilopectina através de β -1-6-glicosidase, sendo a cadeia linear resultante quebrada por β -amilase a maltose, maltotriose e traços de oligossacarídeos.

O xarope contém cerca de 80% dos sólidos representado por maltitol, 9,5% a 13,5% de maltotriol, 3% de sorbitol e 6,5% a 13% por polióis polissacarídeos e oligossacarídeos hidrogenados (Malbit® líquido). Na forma cristalina, contém 88,5% a 99 % de maltitol e, no máximo, 3% de sorbitol, 9% de maltotriol e 2% a 6 % de oligossacarídeos e polissacarídeos hidrogenados (Malbit® cristalino).

O maltitol é considerado um edulcorante de segunda geração, assim como o lactitol, isomalte, xarope de glucose hidrogenado e polidextrose. O poder edulcorante da forma cristalina a 98 % de pureza é aproximadamente 80% a 90% o da sacarose e, para o xarope, a doçura relativa é tanto maior quanto maior o teor de maltitol. O xarope com 55% de maltitol apresenta 75% da doçura da sacarose. É muito solúvel em água (63g/100g a 20°C na forma cristalina e 74% a 76% a 20°C na forma líquida). O aumento de solubilidade é devido a presença de maltotriol e a maior concentração de oligossacarídeos e polissacarídeos hidrogenados. A maior proporção de polióis de peso molecular elevado aumenta a viscosidade e inibe a cristalização, permitindo elevar a concentração de polióis na solução. A viscosidade das soluções de maltitol é maior do que as de sacarose pura, ou seja, a viscosidade de um xarope de maltitol com 50% a 55% de maltitol é superior a de xaropes de sacarose e muito próxima a de um xarope de 60 DE. A habilidade de conferir "corpo", solubilidade, calor de dissolução e efeitos de atividade de água e de depressão do ponto de congelamento são semelhantes aos da sacarose. O maltitol é de baixa fermen-

tabilidade e alta higroscopicidade, exigindo cuidados especiais quanto a embalagem. Possui boa estabilidade química, térmica e enzimática e não deixa sensação refrescante (calor de dissolução de 18,9kcal/kg) ou sabor residual.

O ponto de ebulição do xarope de maltitol é superior ao de soluções de sacarose pura e o do maltitol cristalino é superior ao do xarope, devido a menor quantidade de polióis de alto peso molecular presentes na forma cristalina. O ponto de fusão do maltitol cristalino é baixo (135°C a 140°C), o que requer cuidados especiais na sua obtenção.

O isomaltitol, um isômero do maltitol, é facilmente cristalizável e apresentar doçura (0,45 em relação à sacarose a 10%) e propriedades físicas similares as da sacarose.

O maltitol é parcialmente metabolizado e, a semelhança dos demais polióis, é transformado em biomassa no intestino por ação da microflora. Quando são ingeridas doses de 57g de maltitol durante as três refeições, cerca de 90% é absorvido no intestino delgado. A digestibilidade do maltitol é cerca de um décimo a da maltose. O valor calórico do maltitol é considerado igual a 2kcal/g.

Vários estudos relacionados à toxicidade aguda, crônica, carcinogenicidade, mutagenicidade e teratogenicidade foram desenvolvidos, demonstrando a segurança do maltitol. Estudos preliminares demonstraram que o maltitol reduz os níveis séricos de insulina e glicose. A segurança do xarope de glicose hidrogenado (xarope de maltitol) foi avaliada pelo JECFA, que lhe concedeu IDA não especificada. Ao Maltitol também foi conferida IDA não especificada. A ingestão de 50g/dia não causa transtornos intestinais.

APLICAÇÕES DO MALTITOL

O maltitol pode ser utilizado em chocolates, barras de granola, assados, geléias, gelatinas e sorvetes. No preparo de balas duras, devido a excelente estabilidade térmica, não ocasiona perda de cor durante a fervura. As balas obtidas com Malbit® líquido são mais estáveis quanto à cristalização, devido ao

maior teor de maltotriol e polióis de peso molecular mais elevado. No caso de balas, caramelos e gomas de mascar, não é necessário reforço de doçura por edulcorantes intensos. Em chocolates, o maltitol cristalino anidro pode substituir todo o açúcar (acima de 50% da composição do chocolate), permitindo redução de 12% a 15% das calorias, ou utilizado em proporção 1:1 com polidextrose ou inulina, resultando em redução de 23% das calorias.

A Portaria nº 167/95 da SVS/MS autorizou, em 1995, o uso do maltitol ou do xarope de maltitol com a função de edulcorante em alimentos dietéticos em quantidades suficientes para obter o efeito desejado. No Mercosul, seu uso foi liberado através da Resolução MERCOSUR/GMC nº 19/93.

O maltitol é aprovado para uso na Dinamarca, Reino Unido, Suíça, Itália, França, Bélgica e, no Japão, em alguns produtos em particular. No Japão, o maltitol cristalino é considerado como ingrediente alimentício de origem natural e os xaropes de maltitol como ingredientes de origem sintética.

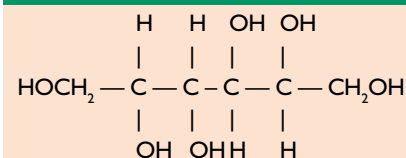
O Comitê Científico para Alimentos da CEE avaliou o maltitol e o xarope de glicose hidrogenado em 1984, sendo ambos considerados aceitáveis.

O MANITOL

O manitol é encontrado na natureza, em vegetais como aipo, cebola, beterraba, azeitonas, figos, exudatos de árvores, cogumelos e algas marinhas. É isômero do sorbitol, diferenciando-se na orientação do grupo hidroxila no segundo átomo de carbono. É um açúcar hidrogenado correspondente a manose. Todavia, como a produção a partir deste carboidrato não é viável industrialmente e a concentração de manitol na natureza não é suficiente para extração comercial, o manitol é obtido, em mistura com o sorbitol, preferencialmente por hidrólise da sacarose seguida de hidrogenação da frutose ou do açúcar invertido, ou ainda, por hidrólise do amido, que em meio alcalino resulta na epimerização

da glicose à frutose. O manitol pode ser isolado através de sucessivas cristalizações pela sua baixa solubilidade em água, comparado ao sorbitol. É também extraído comercialmente de algas marinhas. A Figura 5 apresenta a estrutura do manitol.

FIGURA 5 - ESTRUTURA DO MANITOL



O manitol apresenta alta estabilidade, é não higroscópico, baixa solubilidade (17g/100g H₂O a 20°C), é não fermentescível e sua doçura é 0,4 a 0,7 vezes a da sacarose. Funde a temperatura de 165°C a 168°C. Pode ser utilizado como edulcorante, espessante e excipiente (diluente). Devido ao caráter não higroscópico, tem seu uso indicado como agente antiaderente, impedindo a aglomeração do adoçante em pó. A baixa higroscopicidade do manitol permite que não absorva água, mesmo a umidade relativa superior a 90%. Apresenta efeito refrescante mais pronunciado do que o sorbitol (calor de dissolução 28,9kcal/kg ou 121kJ/kg).

Após sua absorção intestinal, o manitol é convertido, assim como o sorbitol, em frutose por uma via metabólica paralela independente a do sorbitol, sendo que a desidrogenase é menos eficiente com o manitol do que com o sorbitol. Assim, grande parte do manitol não é metabolizado no organismo, sendo excretado na urina (20% da dose ingerida). A porcentagem de manitol eliminado pela urina é aproximadamente igual a porcentagem absorvida. Entre os polióis, o manitol é o que apresenta ação laxativa mais pronunciada quando ingerido em elevadas doses. Estimula a secreção da insulina, como o sorbitol e o xilitol, provavelmente devido ao fato de ser parcialmente convertido em glicose no organismo, o que não resulta em hiperglicemia. Admite-se que seu valor calórico é duas vezes menor do que o da sacarose, ou seja, 2kcal/g.

Seu perfil toxicológico é semelhante ao dos outros polióis. A OMS permitem uma dose diária de 50mg a 150mg de manitol/kg de peso corpóreo, sendo sua IDA não especificada.

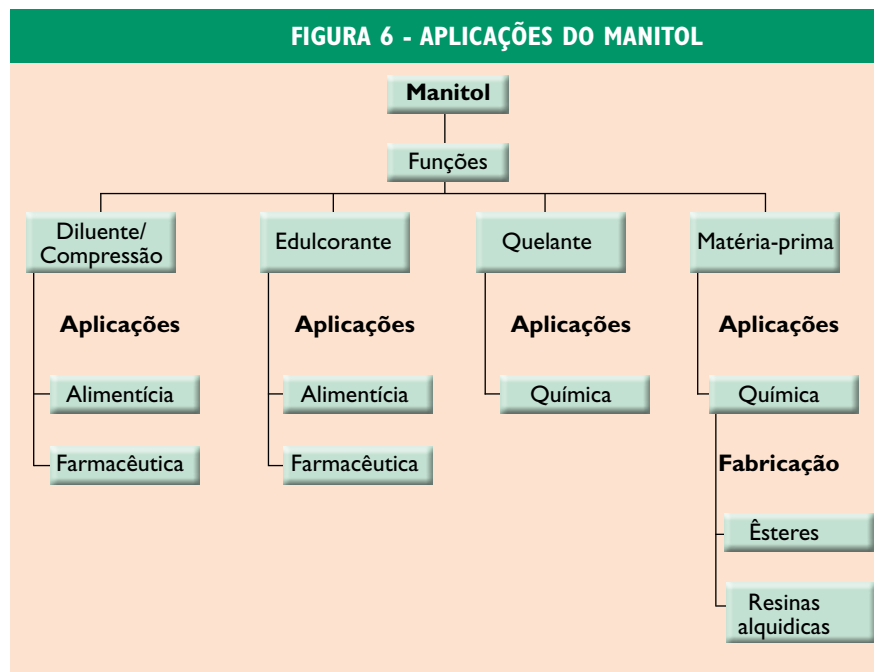
APLICAÇÕES DO MANITOL

A principal aplicação do manitol, geralmente em mistura com o sorbitol, é em gomas de mascar isentas de açúcar, onde atua como ingrediente inerte, antiaderente e como inibidor de cristalização. Sua baixa solubilidade impede que seja utilizado em produtos como sorvetes, frutas em conservas, refrigerantes ou confeitos. A Figura 6 apresenta algumas aplicações do manitol.

A legislação brasileira, através da Resolução nº 04 do CNS/MS de 24/11/88, classifica o manitol na Tabela I - Aditivos Intencionais - como edulcorante natural, sendo que seu nome deve estar escrito por extenso no rótulo e não na forma de código, podendo ser adicionado sem limite em alimentos dietéticos e, conforme a Portaria nº 36 da DIPROD/MS de 11/10190, em bebidas dietéticas e pós para bebidas dietéticas, no limite máximo de 2,0g/100mL.

No Mercosul, o uso do manitol é aprovado pela Resolução MERCOSUR /GMC nº 19/93.

Nos Estados Unidos, o manitol foi incluído, em 1961, na lista GRAS para uso como nutriente e/ou suplemento dietético em alimentos para fins dietéticos especiais no nível máximo de 5 %. Em 1963, foi regulamentado também como aditivo alimentar, sem limites, a não ser os de boas normas de fabricação, e sem requerimentos especiais de rotulagem. Em 1974, a FDA propôs conferir o status GRAS ao manitol sob condições de boas normas de fabricação, no entanto, recebeu relatórios verbais sobre os resultados preliminares de um estudo em andamento que levantavam questões sobre o potencial de alargamento do timo em ratos fêmeas com dieta de manitol, o que resultou na não inclusão na lista GRAS limitado pelas boas normas de fabricação. Após concluir que seriam necessários estudos adicionais para resolver esta questão, em setembro de 1974, a FDA publicou uma regulamentação interina, admitindo-o como



aditivo alimentar. Esta regulamentação substituiu as anteriores referentes ao manitol e permitia seu uso, fixando o nível de utilização para vários alimentos. Atualmente, o manitol ainda se encontra interinamente na lista GRAS. Segundo a regulamentação norte-americana, se um alimento que contenha manitol resultar na sua ingestão diária de 20g ou mais, o rótulo deve apresentar a mesma advertência exigida para o sorbitol.

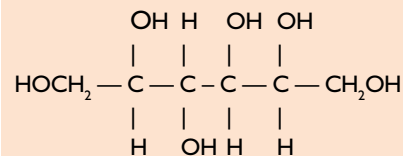
O SORBITOL

O sorbitol é o polioliol mais amplamente encontrado na natureza, ocorrendo em concentração relativamente elevada em maçãs (0,2% a 1%), pêras (1,2% a 2,8%), pêseços (0,5% a 1,3%), ameixas (1,7% a 4,5%), cerejas, algas marinhas e em bebidas fermentadas, como cidra (5 a 6g/litro). Como as quantidades presentes na natureza não são suficientes para extração comercial, este hexitol pode ser produzido industrialmente a partir da sacarose (açúcar invertido) ou do amido (xarope de glucose ou isoglucose), da mesma maneira que o manitol. O rendimento obtido através da hidrólise do amido seguida de hidrogenação catalítica da D-glucose é maior do que por outros métodos.

O sorbitol é comercializado na forma de xarope a 70% ou na forma pura,

em pó. O sorbitol e o manitol são estereoisômeros que diferem na posição do grupo hidroxila do C2, resultando em diferenças na solubilidade, higroscopicidade, potencial laxativo e conteúdo calórico. A estrutura do sorbitol é apresentada na Figura 7.

FIGURA 7 - ESTRUTURA DO SORBITOL



Entre as características do sorbitol podem ser citadas: espessante, edulcorante, inibidor de cristalização, estabilizante, umectante, condicionador de umidade, plastificante, anticongelante (reduz o ponto de congelamento) e crioprotetor. Apresenta doçura igual a 0,5 a 0,7 vezes a da sacarose (0,5 em relação a sacarose a 10%) e efeito refrescante quando dissolvido na boca, por apresentar calor de dissolução igual a 26,6kcal/kg. É higroscópico, solúvel (220g/100g H₂O a 20°C) e mostra excelente estabilidade química, bacteriológica e térmica, não sendo volátil. Funde a temperatura de 96°C a 97°C. A eliminação de água intramolecular ocorre somente quando se mantém a temperatura acima

de 160°C por período prolongado, permitindo submetê-lo aos processos normais de aquecimento, evaporação e cozimento, sem alterações. Na ausência de água, observa-se a formação de sorbitanas e sorbatos. Mascara o sabor residual amargo da sacarina. Tem a capacidade de fixar aromas e cores, podendo ser empregado como diluente de corantes e aromatizantes para alimentos. Não produz reação de Maillard no processamento ou armazenamento. É seqüestrante de metais, desenvolvendo ação antioxidante em reações oxidativas catalisadas por estes íons.

A viscosidade do sorbitol sob forma de xarope é inferior a de um xarope de sacarose. O sorbitol cristaliza a temperaturas inferiores a 21°C a 23°C.

O sorbitol é mais lentamente absorvido pelo intestino do que a sacarose ou a glucose, devido a falta de um sistema ativo de transporte através da mucosa, o que significa ser absorvido exclusivamente por difusão passiva por um gradiente de concentração. A porção absorvida de sorbitol (15% a

20%) é eficientemente metabolizada no fígado. O sorbitol é desidrogenado através do sorbitol desidrogenase à frutose, a qual segue as etapas normais de metabolismo da frutose.

Quando são ingeridas doses de 30g de sorbitol por dia durante as refeições, por indivíduos adaptados, aproximadamente 79% do sorbitol ingerido é absorvido no intestino delgado e a excreção fecal é desprezível. De um modo geral, atribui-se ao sorbitol o valor calórico de 2,4kcal/g.

O sorbitol aparece naturalmente no metabolismo dos glicídios nos animais e no homem, mesmo sem ingerí-lo, através da redução da D-glucose à sorbitol pela ação da aldose redutase. Nos diabéticos, quando a glicemia se eleva, a glucose pode penetrar através desta via não insulino dependente dos polióis, tanto em nível de fígado e sistema nervoso, como em tecidos alvo de complicações do diabetes. O acúmulo intratissular dos polióis é um dos mecanismos bioquímicos responsáveis pelas complicações degenerativas da diabetes, principalmente a catarata e

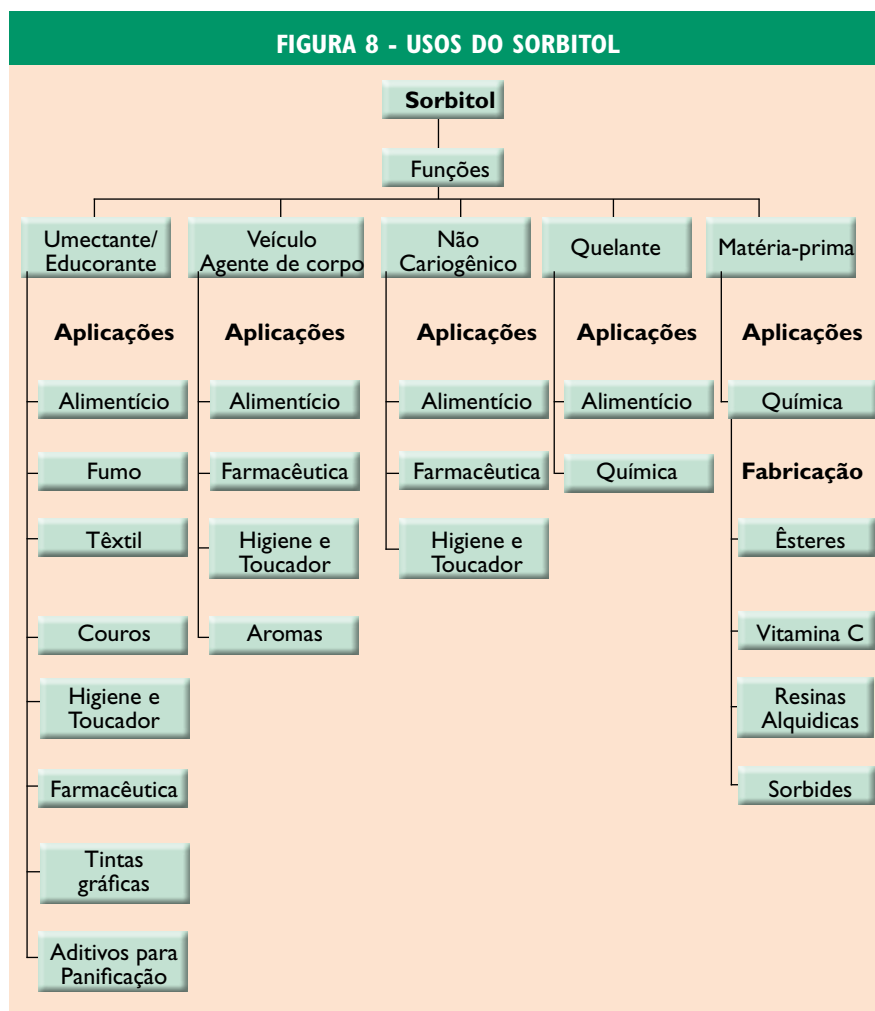
a polineuropatias periférica. Alguns estudos sugerem sua ação na ocorrência da microangiopatia retiniana e renal.

Do ponto de vista farmacológico, o sorbitol estimula a motilidade da vesícula biliar, favorecendo o esvaziamento e a formação da bile no fígado. Provoca, ainda, abaixamento dos níveis de colesterol. Não é tóxico, mutagênico, teratogênico ou carcinogênico.

Apesar de não ser considerado tóxico, doses excessivas por via oral podem causar flatulência e desconforto abdominal. Doses acima de 20 a 30g/dia podem resultar em efeito diurético e, acima de 30 a 70g/dia, efeito laxativo. Em alguns indivíduos, tais sintomas ocorrem em doses tão baixas quanto 10g. Em alguns caso a ingestão de dose única de 5g a 10g com estômago vazio leva a sintomas digestivos, como flatulência, inchaço, dores e diarreia. Quando ingerido ocasionalmente ou regularmente, como um confeito, ou seja, repetidas vezes durante o dia e mais frequentemente



FIGURA 8 - USOS DO SORBITOL



após as refeições, sintomas digestivos menores (flatulência excessiva) surgem em doses entre 30 e 40g/dia.

Em 1982, a OMS atribuiu ao sorbitol a dose diária para o homem “sem limite” e IDA não especificada, o que significa que, com base nos dados disponíveis (químicos, bioquímicos, toxicológicos e outros), a quantidade necessária para produzir o efeito desejado não é prejudicial à saúde.

APLICAÇÕES DO SORBITOL

O sorbitol é comumente empregado como adoçante em confeitos, medicamentos isentos de açúcar e em produtos para fins dietéticos especiais indicados para diabéticos. Devido a sua propriedade umectante, é aplicado em pastas de dente e em determinados alimentos. Em produtos de panificação é limitado a 30% do produto final. O sorbitol é utilizado em biscoitos, refrigerantes e em vários confeitos isentos de açúcar, sendo o ingrediente padrão em gomas de

mascar. Devido a sua boa compressibilidade pode ser empregado na produção de gomas duras e macias, por diferentes técnicas de compressão. É utilizado na indústria de cosméticos, de medicamentos, de fumo, de adesivos, de agentes tensoativos, de resinas, de couros, de papel indústria têxtil e na fabricação do ácido ascórbico. É utilizado também como matéria-prima na produção de poliésteres para a manufatura de espumas de uretano. A esterificação parcial permite seu emprego como agente de superfície, detergentes, estabilizantes e umectantes. A Figura 8 mostra algumas aplicações do sorbitol.

Na forma sólida, o sorbitol, assim como o manitol, associado à edulcorantes, é amplamente empregado em chocolates dietéticos. A substituição do açúcar por estes adoçantes e edulcorantes exige em muitos casos maior proporção de manteiga de cacau e leite e, conseqüentemente, aumento

no teor de lipídios e protéidos. Estes chocolates não são indicados para pessoas em dieta de emagrecimento, mas sim para portadores de diabetes. O valor calórico dos chocolates dietéticos é significativamente superior ao dos chocolates convencionais, por haver nas formulações de chocolates dietéticos cerca de 80% de sorbitol ou manitol, o que resulta em um acréscimo de aproximadamente 50% de kcal.

Doces elaborados unicamente com sorbitol não podem ser armazenados por longos períodos, devido a sua elevada higroscopicidade. Um grande problema associado ao uso de sorbitol em gélias armazenadas por longos períodos é a sinérese, que consiste na expulsão espontânea da fase aquosa da rede do gel, gerando contração do volume. A sinérese é um processo que depende basicamente da estrutura da gélia, ou seja, da quantidade e tipo de agente geleificante e do conteúdo de matéria seca.

No Brasil, o uso do sorbitol foi autorizado pelo Decreto 55.871/65 e pela Resolução nº. 9/79 da Câmara Técnica de Alimentos. A Resolução nº. 03 da CNS/MS de 21/06/88 autorizou o uso do sorbitol sem limites em refrigerantes, em concentrações que não excedam as boas práticas de fabricação. A Resolução nº. 04 do CNS/MS de 24/11/88 classificou o sorbitol como umectante com o código U-II. Além de umectante, está previsto no Anexo I - Aditivos Internacionais - na classe de Edulcorantes Naturais, tendo código substituído pelo nome do edulcorante, por extenso, no rótulo. Como edulcorante, é permitido sem limites em alimentos e bebidas dietéticos.

No Mercosul, o emprego do sorbitol e do xarope de maltitol é autorizado pela Resolução MERCOSUR/GMC nº. 19/93.

Em 1984, o Comitê Científico para Alimentos da CEE permitiu a utilização do sorbitol.

Nos Estados Unidos, o sorbitol foi incluído, em 1959, na lista de substâncias GRAS para uso em alimentos para fins dietéticos especiais ao nível máximo de 7%. Em 1961, o sorbitol passou à categoria de nutriente e/ou suplemento

dietético e foi também regulamentado como aditivo alimentício: estabilizante e adoçante em sobremesas congeladas para fins dietéticos especiais no nível máximo de 15g de sorbitol/porção e consumo máximo diário de 40g. Em 1974, a FDA conferiu ao sorbitol o status GRAS sob condições de boas normas de fabricação, fixando limites máximos em vários alimentos.

Portugal incluiu o sorbitol como aditivo (emulsificantes, espessantes, geleificantes): sorbitol e xarope de sorbitol, o qual é constituído por, no mínimo, 50% de sorbitol e o restante por oligossacarídeos hidrogenados obtidos através da hidrogenação do xarope de glucose.

O XAROPE DE GLUCOSE HIDROGENADO

O xarope de glucose hidrogenado (HGS) ou hidrolisado de amido hidrogenado (HSH) são nomes genéricos dados às misturas de polióis, sendo obtidos a partir de um xarope de glucose com composição pré-determinada, onde todas as unidades com grupos aldeídicos livres são reduzidas ao álcool correspondente. Todas as glucoses da extremidade são reduzidas a unidades de sorbitol. Da mesma maneira que podem ser obtidos inúmeros xaropes de glucose, muitas composições de xaropes hidrogenados podem ser encontradas. Estes xaropes têm como componente principal o maltitol em uma mistura com sorbitol, maltotriol (maltotriose hidrogenada) e numerosos oligo e polissacarídeos hidrogenados. Os termos xarope de maltitol e xarope de glucose hidrogenado (HGS) são utilizados para xaropes com teor de maltitol superior a 50% e hidrolisado de amido hidrogenado (HSH) para aqueles com teor inferior a 50%. Os xaropes de maltitol com teor de maltitol superior a 73% (Malbit) apresentam propriedades diferentes do HGS e HSH.

O HGS e o HSH foram originalmente produzidos pela empresa sueca Lyekeyby Starch Refining, em 1963, por hidrogenação do amido de batata e, posteriormente, pela empresa francesa Roquette Frères

(especialista em hidrólise de amido de milho) que, em 1975, adquiriu as patentes originais. Atualmente, a Roquette Frères fabrica o Lycasin® 80/33 e 80/55, a partir de amido de milho por hidrogenação de xarope de alto teor de maltose. O xarope Lycasin 80/55 é constituído de 6% a 8% de sorbitol, 50% a 55% de maltitol, 20% a 25% de maltotriol e 10% a 20% de álcoois polissacarídicos. O Lycasin 80/55 significa xarope com 80 % de substância seca e DE 55. O nível de açúcares redutores deve ser menor do que 0,2%. A viscosidade deste xarope a 65% e 75% de sólidos é maior do que a da sacarose a 65%.

A razão original para o desenvolvimento do Lycasin foi a de permitir o processamento em elevadas temperaturas, resultando em um produto com brilho, claridade e que não estivesse sujeito a inversão por ingredientes ácidos. Além disso, oferece equilíbrio entre doçura, cristalização e não cariogenicidade, enquanto mantém propriedades plásticas importantes na produção de balas de açúcar. O Lycasin, com melhores propriedades, é formado por alto teor de maltitol, baixo teor de sorbitol livre e outros dissacarídeos e oligossacarídeos hidrogenados. por isso também é conhecido como xarope de maltitol.

Os xaropes hidrogenados têm aparência semelhante ao xarope de glucose; são quimicamente inertes, não cristalizam mesmo em altas concentrações e baixas temperaturas e, pelo fato de apresentarem doçura relativa inferior a da sacarose (0,75 a 0,80), tornam mais rápida a percepção de sabor ácido. Os xaropes Lycasin 80/33 e Lycasin 80/55 apresentam doçura relativa a da sacarose igual a 0,40 e 0,55, respectivamente. Possuem boa palatabilidade, baixa reatividade, alta estabilidade térmica e microbiológica, alta viscosidade, excelente habilidade texturizante e atuam como amaciante, anticristalizante e plastificante. Em solução, a higroscopicidade dos xaropes hidrogenados é mínima, mas no estado sólido é elevada. Em mistura com manitol, aumentam o shelf life de determinados produtos, permitindo o

uso de embalagens convencionais.

A não cariogenicidade dos xaropes hidrogenados é variável em função da quantidade relativa de álcoois de cadeia longa em sua composição. Quanto maior o grau de polimerização do produto (maior porcentagem de cadeias sacarídicas longas), maior a probabilidade de hidrólise com liberação de glucose livre que pode fermentar e promover cáries. A não cariogenicidade destes xaropes deve-se ao fato de apresentarem menos de 3% de polióis com grau de polimerização superior a 20.

Quando substituem a sacarose, reduzem significativamente a incidência de cárie, devido a baixa acidogênese, mas não protegem o dente contra o ataque de ácidos ou de outros agentes adoçantes.

Os vários componentes do xarope de glucose hidrogenado são hidrolisados em sorbitol e glucose, sendo a digestão destes xaropes semelhante a do maltitol. A digestão de oligo e polissacarídeos do xarope de glucose hidrogenado é próxima de 90%, sendo que o maltitol presente é digerido tão facilmente quanto separadamente; aproximadamente 72% do sorbitol liberado é absorvido. A excreção fecal dos polióis é desprezível. Existem controvérsias quanto à utilização do HSH por diabéticos.

O xarope de maltitol apresenta efeito laxativo menor do que os outros polióis. Recomenda-se que a ingestão de produtos que utilizam o xarope de glucose hidrogenado não exceda o limite de 50g/dia deste edulcorante. O JECFA estabeleceu IDA não especificada para os xaropes de maltitol.

APLICAÇÕES DOS XAROPES HIDROGENADOS

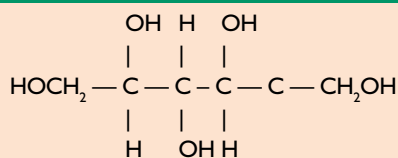
Os xaropes hidrogenados são utilizados em baías macias em função da sua força anticristalizante, habilidade texturizante e alta viscosidade. Na fabricação de gomas de mascar, inibem a cristalização do sorbitol, originando um produto não cariogênico de excelente plasticidade. O HSH pode constituir 70% a 98% em peso de um produto, substituindo a sacarose ou xaropes de milho.

A legislação brasileira não cita a utilização de xaropes hidrogenados, sendo permitidos em determinados produtos na Europa, Escandinávia, Holanda, Suíça e Japão. Na Argentina, o uso da Lycasin 80/55 foi liberado em 1993, sendo os seus limites fixados pelas boas normas de fabricação. Nos Estados Unidos, o uso dos HSH foi liberado em 1994.

O XILITOL

O xilitol ocorre naturalmente em madeiras, frutos e vegetais, cogumelos e microrganismos, estando normalmente presente no organismo humano. Ameixas, framboesas e couve-flor contêm teores relativamente elevados de xilitol, variando de 0,3 a 0,9g/100g de substância seca. É um álcool pentahídrico que pode ser produzido por métodos químicos ou biológicos, sendo normalmente obtido através da hidrogenação da xilose, aldose obtida por hidrólise de hemicelulose da madeira, material rico em xilana (casca de amêndoa, casca de arroz, caroço de algodão). O difícil processo de purificação da xilose e separação do xilitol de outros polióis tomam o xilitol relativamente caro, limitando sua utilização. A Figura 9 apresenta a estrutura do xilitol.

FIGURA 9 - ESTRUTURA DO XILITOL



Doses consideráveis, de 5g a 15g de xilitol/dia, são formadas normalmente no organismo humano como um intermediário no metabolismo dos carboidratos, sendo a sua concentração no sangue na faixa de 0,03 a 0,06 mg/100mL. Pode ser metabolizado diretamente no fígado ou indiretamente através de fermentação intestinal. Doses superiores a 30g/dia podem causar diarreia em adultos que o utilizam pela primeira vez, apesar do aparelho digestivo tolerar até 200g a 300g/dia quando acostumado. O xilitol é considerado mais tolerável do que os hexitóis.

O xilitol não apresenta efeitos teratogênicos. É higroscópico, solúvel (170g/100g H₂O a 20°C), tem boa estabilidade química e microbiológica, tanto em forma cristalina como em solução. A percepção da doçura é considerada semelhante à da sacarose e o poder adoçante equivalente ao da sacarose a 10%, porém a viscosidade é substancialmente menor, razão pela qual não é indicado para uso como agente de “corpo”. Assim, são utilizadas formulações contendo xilitol e sorbitol na proporção de doçura 60:40 (em gomas de mascar) ou maltitol e xilitol na proporção de doçura de 80:20 ou 85:15 (em chocolates), que além de conferirem textura adequada, apresentam efeito sinérgico em relação à doçura, bem como proporcionam doçura igual ao produto adoçado com açúcar.

Ainda que a influência da temperatura, da concentração e da acidez seja diferente sobre o dulçor da sacarose e do xilitol, este último é o único edulcorante disponível que permite substituição da sacarose 1:1 em formulações de alimentos. Todavia, o custo do xilitol é aproximadamente 10 vezes superior ao da sacarose.

Entre os polióis, o xilitol é o que mostra maior sensação refrescante na saliva (calor de dissolução 36,6kcal/kg ou 153kj/kg), quando na forma cristalina, e maior doçura relativa, além de ser considerado o melhor preventivo contra as cáries entre todos os adoçantes nutritivos. Sua ação refrescante é acentuada quando combinado com aroma de menta (sinérgismo). A sensação refrescante do xilitol intensifica sabores, como de limão e tuti fruti. Apresenta sinérgismo com outros edulcorantes de corpo ou com edulcorantes intensos.

O xilitol funde a temperatura de 92°C a 96°C; o aquecimento a temperatura superior a 300°C por período prolongado resulta em ligeira polime-

rização. Em geléias, cristaliza a concentrações superiores a 40%.

APLICAÇÕES DO XILITOL

As principais aplicações do xilitol incluem gomas de mascar (por ser cariostático), balas duras, chocolates, geléias de pectina e gelatinas; na Europa, é utilizado em produtos à base de hortelã para uso após as refeições. O xilitol também é utilizado em nutrição parental.

Em 1983, o Comitê da OMS estabeleceu IDA não especificada para o xilitol.

A legislação brasileira não faz menção ao uso do xilitol. No Mercosul, seu uso é autorizado pela Resolução MERCOSUR/GMC n° 19/93.

O xilitol é aceito pelo Comitê Científico para Alimentos da União Européia e na Escandinávia. A França permite o uso de xilitol em produtos farmacêuticos e alimentos dietéticos; o Japão somente em infusos, mas não em alimentos. No Canadá, é aprovado para gomas de mascar em concentrações que respeitem as boas normas de fabricação.

Nos Estados Unidos, o xilitol é regulamentado como aditivo alimentar para uso em alimentos para fins dietéticos especiais, em limites não superiores ao requerido para obtenção do efeito desejado.



Impecável

A GEMACOM POSSUI RIGOROSO CONTROLE DE QUALIDADE EM SEUS PROCESSOS PARA GARANTIR QUE SEU PRODUTO SEJA ASSIM, SIMPLEMENTE... IMPECÁVEL!

- Aromas • Corantes • Misturas em pó aromatizadas • Coberturas e recheios
- Espessantes e Estabilizantes • Preparações de frutas • Pastas de queijos e condimentos
- Molhos e recheios salgados • Amidos modificados

Sistema de Gestão Integrado Certificado



• Rodovia MG 353, KM 21,5 - Guarani - MG - Brasil - CEP 36160-000
• Rua Bruno Simili, 380 - Distrito Industrial - Juiz de Fora - MG - Brasil
CEP 36092-050 - Tel.: 55 32 3249-7600 - Fax: 55 32 3249-7610
www.gemacom.com.br

g gemacom
Ingredientes para alimentos