

POLIÓIS

APLICAÇÃO E

METABOLISMO

Amplamente utilizados em confeitos isentos de açúcar, como balas, gomas de mascar e chocolates, os polióis têm a propriedade de conferir corpo aos alimentos, atuando também como emulsificantes, estabilizantes, umectantes, crioprotetores e redutores do ponto de congelamento.

OS POLIÓIS

Também denominados açúcares de alcoóis, os polióis são amplamente distribuídos nos reinos vegetal e animal. São denominados edulcorantes de corpo e na indústria alimentícia são empregados juntamente com os edulcorantes intensos quando há necessidade de restrição de açúcar. Possuem valor calórico e dulçor um pouco abaixo do açúcar, porém são usados em maiores quantidades, dando corpo e textura aos alimentos.

Os polióis 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 glicose hidrogenado). Os polióis monossacarídeos são encontrados naturalmente em frutas e verduras e como produto intermediário no metabolismo de carboidratos de animais, incluindo o homem.

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 a 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 em mistura com edulcorantes intensos quando há 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.

Os polióis são excelentes agentes redutores de atividade de água. São mais estáveis na presença de ácido, base e calor do que o açúcar. Em geral, os polióis podem ser aquecidos a temperatura de 165°C a 200°C. Também atuam como emulsificantes, estabilizantes, umectantes (condicionadores de umidade), crioprotetores e redutores do ponto de congelamento.

METABOLISMO

Os polióis comportam-se como carboidratos, mas são absorvidos independentemente da insulina por absorção passiva e sem elevação da taxa de glicose sanguínea, podendo ser consumidos por diabéticos. Somente a porção utilizada para transformação em glicose ou glicogênio, a qual pode ser formada em pequenas quantidades, é que necessita de insulina.

Alguns estudos revelam que a pre-



PRINCIPAIS POLIÓIS

Entre os polióis mais utilizados pela indústria alimentícia estão o eritritol, o isomalte, o lactitol, o maltitol, o manitol, o sorbitol e o xilitol.

O eritritol é um polioli encontrado em frutas, algas, cogumelos e em alguns alimentos fermentados, como o vinho e a cerveja. É derivado do monossacarídeo eritritose. Não é cariogênico, sendo o único polioli 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 acesulfame-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 seja essencial. Em contraste com a sacarose, o eritritol é menos estável no estado vitrificado e cristaliza rapidamente. Apresenta excelente estabilidade térmica a pH ácido.

O eritritol é considerado adequado para ser ingerido por diabéticos. Não causa diarreia e flatulência como os demais polióis, 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.

O eritritol é o polioli ideal para utilização em balas e chocolates, sendo que a substituição total do açúcar por eritritol, em chocolates, permite a redução calórica de 30%, combinado a

sença 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, 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. Os polióis dissacarídeos, como o isomalte, mostram maior tolerância devido ao seu elevado peso molecular.

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 valor calórico de 4 kcal/g.

Os polióis monossacarídeos são absorvidos através da membrana intestinal, bem mais lentamente, por

transporte osmótico passivo. Todavia, apenas uma pequena proporção do polioli ingerido é absorvido por esta via. No metabolismo subsequente, exceto no caso de excreção urinária, a fração de polióis monossacarídeos que atravessou a membrana intestinal é completamente metabolizada, sendo que esta fração contribui com valor calórico de 4 kcal/g. A maior porção dos polióis monossacarídeos não é absorvida, mas fermentada pela microflora no cólon, gerando ácidos graxos voláteis. Essa fermentação contribui com valor calórico de aproximadamente 2 kcal/g.

Os polióis dissacarídeos não podem atravessar a membrana intestinal e necessitam de hidrólise prévia. São primeiramente digeridos à polióis monossacarídeos e hexoses para, então, serem absorvidos. A fração de todos os polióis não absorvíveis que atingem o cólon é fermentada à ácidos graxos voláteis. Essa fração fornece uma contribuição de cerca de 2 kcal/g. Traços de polióis dissacarídeos intactos são absorvidos e excretados como tal na urina.

Devido ao fato da energia metabolizável dos polióis não ser a mesma após a absorção no intestino delgado e após a fermentação no cólon, pode-se admitir que o valor calórico dos polióis se situa em uma faixa entre 2 e 4 kcal/g.

excelente sabor e qualidade de textura. Pode ser empregado em gomas de mascar e, combinado com edulcorantes intensos, em adoçantes de mesa, proporcionando redução calórica em torno de 90%.

O isomalte é uma mistura equimolar de dois dissacarídeos hidrogenados, o α -D-glicopiranosil-1,6-D-sorbitol e o α -D-glicopiranosil-1,1-D-manitol. Seu poder adoçante é 45% a 65% o da sacarose e seu perfil de 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, bem como intensificar o sabor dos alimentos.

As propriedades físicas e químicas do isomalte são muito semelhantes às do açúcar e, em alguns aspectos, superiores as do açúcar (menor valor calórico e estabilidade). Apresenta alta estabilidade química, térmica, enzimática e microbiológica.

O isomalte é digerido apenas no estômago. No intestino delgado, a hidrólise do isomalte 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. Somente 50% do isomalte é convertido em energia.

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

O lactitol é um poliál dissacarídeo. Não é encontrado na natureza, sendo obtido através da hidrogenação catalítica de uma solução de lactose por redução de uma unidade glicopiranosil em sorbitol.



É comercializado na forma dihidratada, podendo ocorrer também na forma monohidratada, dependendo das condições de cristalização.

Sua doçura é de 0,3 a 0,4 vezes a da sacarose. Devido à baixa doçura, é utilizado industrialmente como suporte e estabilizador de aromas. Apresenta perfil de doçura semelhante ao da sacarose, com dulçor suave e sem sabor residual. Manifesta sinérgismo com edulcorantes intensos e outros edulcorantes de corpo.

O metabolismo do lactitol é semelhante ao de uma fibra alimentar. Quase 100% da dose administrada de lactitol não é absorvida pelo trato digestivo, especialmente quando ingerido por crianças. A velocidade de hidrólise do lactitol pelas carboidrases intestinais é de aproximadamente 1% a 10% da observada com a lactose. Passando inalterado no intestino delgado para o grosso, é metabolizado pela microflora do cólon em ácidos graxos voláteis. Os ácidos orgânicos são metabolizados no organismo, o que resulta em uma contribuição calórica de 50% em relação aos açúcares.

O lactitol pode ser utilizado no preparo de bebidas, sorvetes, *sherbets* e sopas instantâneas, devido a seu sabor suave e agradável e excelente estabilidade térmica. Em panificação, origina produtos igualmente crocantes. Realça o sabor de chocolates e promove aumento do *shelf life*, devido a sua baixa higroscopicidade. Nesses casos, seu baixo poder adoçante pode ser contornado através da adição de aspartame ou acessulfame-k; a associação de lactitol com povidexose pode resultar em maior redução do valor calórico.

O lactitol é especialmente indicado na elaboração de geleias e doces, podendo, também, substituir totalmente o açúcar em gomas de mascar, tornando-as mais flexíveis e não higroscópicas e, em balas duras, conferindo estrutura vítrea bastante estável.

O maltitol é um poliol dissacarídeo, não encontrado na natureza. É produzido por hidrogenação da D-maltose obtida do 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.

O maltitol é considerado um edulcorante de segunda geração, assim como o lactitol, isomalte, xarope de glucose hidrogenada e povidexose. O poder edulcorante da forma cristalina é aproximadamente 80% a 90% o da sacarose e, para o xarope, a doçura relativa é tanto maior quanto maior o teor de maltitol.

Sua 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 fermentabilidade e alta higroscopicidade, exigindo cuidados especiais quanto a embalagem. Possui boa estabilidade química, térmica e enzimática e não deixa sensação refrescante ou sabor residual.

O maltitol é parcialmente metabolizado e 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 2 kcal/g.

O maltitol pode ser utilizado em chocolates, barras de granola, assados, geleias, gelatinas e sorvetes. No preparo de balas duras, devido a excelente estabilidade térmica, não ocasiona perda de cor durante a fervura. Em 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, permitindo redução de 12% a 15% das calorias, ou utilizado em proporção 1:1 com povidexose ou inulina, resultando em redução de 23% das calorias.





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. Pode ser isolado através de sucessivas cristalizações pela sua baixa solubilidade em água, comparado ao sorbitol. É também extraído comercialmente de algas marinhas.

Pode ser utilizado como edulcorante, espessante e excipiente (diluyente). Devido ao caráter não higroscópico, tem seu uso indicado como agente antiaderente, impedindo a aglomeração do adoçante em pó. Sua baixa higroscopicidade permite que não absorva água, mesmo em umidade relativa superior a 90%. Apresenta efeito refrescante mais pronunciado do que o sorbitol.

Após sua absorção intestinal, o manitol é convertido, assim como o sorbitol, em frutose por uma via metabólica pa-

ralela 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. 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 doses elevadas. Estimula a secreção da insulina, devido ao fato de ser parcialmente convertido em glicose no organismo, o que não resulta em hiperglicemia. Admite-se que seu valor calórico seja duas vezes menor do que o da sacarose, ou seja, 2 kcal/g.

O manitol é utilizado principalmente 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.

O sorbitol é o poliálcool mais amplamente encontrado na natureza, ocorrendo em concentração relativamente elevada em maçãs, pêras, pêssegos, ameixas, cerejas, algas marinhas e em bebidas fermentadas, como a cidra. Como as quantidades presentes na natureza não são suficientes para extração comercial, pode ser produzido industrialmente a partir da sacarose ou do amido. O rendimento obtido através da hidrólise do amido seguida de hidrogenação ca-

talítica da D-glicose é maior do que por outros métodos.

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 e efeito refrescante quando dissolvido na boca, por apresentar calor de dissolução igual a 26,6 kcal/kg. É higroscópico, solúvel e apresenta excelente estabilidade química, bacteriológica e térmica, não sendo volátil.

O sorbitol mascara o sabor residual amargo da sacarina e possui a capacidade de fixar aromas e cores, podendo ser empregado como diluyente de corantes e aromatizantes para alimentos. Não produz reação de Maillard no processamento ou armazenamento. É sequestrante de metais, desenvolvendo ação antioxidante em reações oxidativas catalisadas por estes íons.

O sorbitol é mais lentamente absorvido pelo intestino do que a sacarose ou a glicose, 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 é eficientemente metabolizada no fígado. 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 2,4 kcal/g.

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. 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. Na forma sólida, o sorbitol, associado à edulcorantes, é amplamente empregado em chocolates dietéticos.

O xilitol ocorre naturalmente em madeiras, frutos e vegetais, cogumelos e microorganismos, 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. O xilitol é um álcool pentahídrico que pode ser produzido por métodos químicos ou biológicos, sendo normalmente obtido através da hidrogenação da xilose, uma aldose obtida por hidrólise de hemicelulose da madeira. O difícil processo de purificação da xilose e a separação do xilitol de outros polióis tomam o xilitol relativamente caro, limitando sua utilização.

Doses consideráveis, de 5g a 15g de xilitol/dia são formadas normalmente no organismo humano como intermediário no metabolismo dos carboidratos, sendo a sua concentração no sangue na faixa de 0,03 a 0,06mg/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 não apresenta efeitos teratogênicos; é higroscópico, solúvel e apresenta boa estabilidade química e microbiológica, tanto em forma cristalina como em solução. A percepção da doçura é considerada semelhante a 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.

Entre os polióis, o xilitol é o que apresenta maior sensação refrescante na saliva, 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. A sensação refrescante do xilitol intensifica sabores, como o do limão e tuti fruti. Apresenta sinérgismo com outros edulcorantes de corpo ou com edulcorantes intensos.

O xilitol é comumente utilizado em gomas de mascar, balas duras, chocolates, geleias e gelatinas.

APLICAÇÃO INDUSTRIAL

As principais aplicações dos polióis em alimentos são em confeitos isentos de açúcar, como balas (duras e mastigáveis), gomas de mascar e chocolate, bem como em biscoitos, pães, bebidas não alcoólicas, sorvetes, geleias e produtos lácteos.

Os polióis são muito utilizados para substituição do açúcar em produtos de panificação, obtendo efeitos similares ao da sacarose. O açúcar desempenha muitas funções nos produtos alimentícios, além de suas propriedades edulcorantes. Possui papel importante na textura dos produtos de panificação, além de atuar como agente de volume. Age no volume, na textura do miolo e na maciez do produto final. Além disso, o açúcar atua na cor dos produtos mediante a caramelização e a reação de Maillard.

O chocolate é definido como uma dispersão quase anidra de partículas finas, sem gordura em uma matéria prima endurecida. O licor de cacau,

manteiga de cacau, açúcar e leite são os quatro ingredientes básicos para fazer chocolate. Ao combina-los de acordo com receitas específicas, são obtidos os três tipos básicos de chocolate, ou seja, chocolate puro, chocolate ao leite e chocolate branco. A sacarose é um dos componentes principais do chocolate, embora a quantidade não esteja especificamente regulamentada. Os polióis, como sorbitol, maltitol, isomalte e lactitol, são utilizados para substituir a sacarose na fabricação de chocolate com teor reduzido de açúcar ou sem açúcar. Ao utilizar formas cristalinas anidras de polióis, como isomalte, maltitol e lactitol, é mais fácil trabalhar do ponto de vista do processo. Com polióis não anidros a presença de uma molécula de água de cristalização durante o refino e a conchagem pode levar a recristalização e ao aumento da viscosidade da massa. É possível produzir chocolates de boa qualidade com polióis não anidros, mas é preciso ter cuidado para limitar a temperatura da mistura; para o sorbitol, a temperatura limite é de 428°C e para o isomalte é de 458°C. Estes polióis, exceto o isomalte, são higroscópicos e é necessário cuidado durante o manuseio e o processamento para evitar a absorção de umidade. O excesso de absorção de umidade gera viscosidade ao chocolate, tornando difícil a modelagem, além de apresentar sensação pegajosa na boca.

Ao manipular a mistura de ingredientes é possível conceber várias receitas que permitem as alegações nutricionais de “reduzido em açúcar”, «sem adição de açúcar” e “sem açúcar”. Estas últimas são, com certeza, as mais difíceis de desenvolver, já que é extremamente difícil criar um bom sabor. Não há somente falta de sacarose necessária para as reações de caramelização, mas também uma falta de açúcar redutor, ou seja, a lactose para as reações de



Maillard que são normalmente criadas na etapa de concheamento na produção de chocolate padrão. Geralmente, isso é compensado pela adição de aromas de reação. O uso de polidextrose ou inulina (oligofrutose) também é recomendado em todas as formulações sem sacarose, já que irá reduzir o nível desejado de poliol e, portanto, diminuir ainda mais o risco potencial de desconforto gastrointestinal. No chocolate, o efeito de arrefecimento é minimizado pelo uso de isomalte ou de maltitol.

Atualmente, as gomas de mascar sem açúcar são comumente consumidos na maioria dos países ocidentais. No início da década de 1970, as gomas de mascar enfrentavam problemas com a textura e a curta vida útil, o que significa que rapidamente se tornavam frágeis, irregulares e rançosos. Este problema foi superado pela utilização de bases de goma especialmente adaptadas e misturas de polióis. Tipicamente, o pó de sorbitol é utilizado em conjunto com o sorbitol ou xarope de maltitol, o qual proporciona a fase líquida, e o aspartame ou acesulfame-K, que é utilizado para aumentar a doçura. Além disso, uma pequena quantidade de manitol pode ser utilizada para inibir a cristalização. As fórmulas sem açúcar são essencialmente as mesmas. O xilitol também é comumente usado em gomas

de mascar, já que tem o maior efeito refrescante de todos os polióis disponíveis e, também, é essencial para produtos com sabor de menta.

Para a fabricação de balas de caramelo se constrói um revestimento, camada por camada, sobre um centro de rotação. O revestimento pode ser duro ou mole, dependendo da espessura, composição e método de fabricação. O sorbitol, xilitol, isomalte, maltitol e lactitol têm sido utilizados com sucesso nessa etapa. Os polióis não higroscópicos são os mais adequados, pois absorvem menos umidade e apresentam vida útil prolongada. Nesse item, o isomalte é o ingrediente ideal, e o lactitol na forma monohidratada do que anidra. Assim, as peças individuais de doces não serão pegajosas e não tenderão a agrupar-se.

Já os caramelos duros sem açúcar são obtidos por altas cocções. A forma e o tamanho desejados são obtidos por estampagem ou moldagem. Podem ser fabricados com diversos polióis, incluindo sorbitol, maltitol, xaropes de lactitol e misturas dos mesmos. No entanto, o isomalte tem demonstrado ser particularmente adequado para esta aplicação. Podem ser fabricados caramelos doces com superfície lisa e brilhante, comparável ao açúcar, de forma relativamente fácil, mas, geralmente, acompanhado por edulcorantes intensos. O maltitol

não requer edulcorante devido a sua doçura inerente. Um conteúdo de água residual inferior a 1% é necessário para evitar a tendência de absorver umidade da atmosfera, embora com o isomalte pode ser de até 2%.

Os caramelos tipo toffee sem açúcar consistem em uma emulsão de gordura em um sistema aquoso. É uma mistura complexa de açúcares, água e proteína, muito resistente à cristalização. A concepção da formulação e o processo devem levar em consideração a relação de xarope de glicose e açúcar para obter o equilíbrio necessário. Para substituí-los, são utilizados xaropes de maltitol, que correspondem ao xarope de glicose e isomalte para a sacarose, ou seja, o componente da cristalização da fórmula. Também é necessário adicionar caramelo e cores de caramelo, pois os componentes do poliol não reagem com as proteínas para proporcionar o sabor e a cor característicos. Desta forma, é possível produzir excelentes caramelos sem açúcar, embora a chave seja obter uma quantidade controlada de cristalização.

Cada tipo de produto é determinado pelo agente gelificante e pelo teor de umidade. Nas gomas de gelatina sem açúcar, o xarope de maltitol permite alcançar o seu poder de gelificação. Ao alterar os tipos de agentes gelificantes (pectinas, etc.), os níveis de xarope de

maltitol, a temperatura de cozimento e as condições de cozimento, pode-se obter qualquer perfil de textura tradicional, desde muito macios até os mais duros. No entanto, em alguns casos, um recipiente de xarope de alto teor de sólidos pode conduzir à formação de pequenos pedaços duros, devido a gelificação não homogênea da gelatina. As gomas de gelatina contendo maltitol possuem benefícios adicionais, devido à maior higroscopicidade e umectação, que proporcionam maior resistência à dessecação das gomas tradicionais, quando armazenadas a baixa umidade.



REGULAMENTAÇÃO

Os polióis fazem parte da normativa de aditivos alimentícios da União Europeia. Quando consumidos em quantidades excessivas, podem causar diarreia se a parte não absorvida se encontrar no intestino grosso, onde se une com água, estando sujeita a fermentação por bactérias do cólon, o que resulta em efeito laxante, flatulência e diarreia.

A segurança dos polióis foi internacionalmente avaliada, sendo que na União Europeia foi atribuída uma DDA (dose diária admissível) não especificada, o que significa que a legislação não especifica um nível máximo, mas estipula que deve ser utilizado de acordo com as “boas práticas de fabricação” ou, em termos técnicos, *quantum satis*. Os fabricantes não devem usar mais do que o necessário para obter o resultado desejado, embora não seja aconselhável exceder 20g/dia.

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, determina 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 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 uso do isomalte é permitido como edulcorante em alimentos e bebidas dietéticas, em quantidade suficiente para obter o efeito desejado. A Resolução Mercosur/ GMC nº 104/94, que complementou a lista geral harmonizada de aditivos para o Mercosul, autoriza 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 e seu 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 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 Europeia. Não existe referência ao lactitol na legislação brasileira, mas a Resolução Mercosur/GMC nº 19/93 permite seu uso.

O uso do maltitol ou do xarope de maltitol é autorizado 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. É aprovado para uso na Dinamarca, Reino Unido, Suíça, Itália, França e Bélgica. 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.

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 11/10/90, 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 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. A FDA admitiu o manitol na lista GRAS. Segundo a regulamentação norte-americana, se um alimento que contenha manitol resultar na sua inges-

tão diária de 20g ou mais, o rótulo deve apresentar a mesma advertência exigida para o sorbitol.

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 na lista de substâncias GRAS para uso em alimentos para fins dietéticos especiais ao nível máximo de 7%. O sorbitol foi incluído na categoria de nutriente e/ou suplemento dietético e 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. A FDA conferiu ao sorbitol o status GRAS sob condições de boas normas de fabricação, fixando limites máximos em vários alimentos.

O xilitol é aceito pelo Comitê Científico para Alimentos da União Europeia 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. A legislação brasileira não faz menção ao uso do xilitol. No Mercosul, seu uso é autorizado pela Resolução Mercosur/GMC nº 19/93.

POLIOLES APLICACIÓN Y METABOLISMO

También se denominan azúcares de alcoholes, los polioles son ampliamente distribuidos en los reinos vegetal y animal. Se denominan edulcorantes de cuerpo y en la industria alimenticia se emplean junto con los edulcorantes intensos cuando hay necesidad de restricción de azúcar. Poseen valor calórico y dulzor un poco por debajo del azúcar, pero se utilizan en grandes cantidades, dando cuerpo y textura a los alimentos.

Los polioles constituyen una clase especial de carbohidratos, pudiendo ser monosacáridos (sorbitol, manitol, xilitol, eritritol), disacáridos (maltitol, lactitol, isomalt) y mezcla de sacaridos y polisacáridos hidrogenados (jarabe de glucosa hidrogenado). Los polioles monosacáridos se encuentran naturalmente en las frutas y verduras y como producto intermedio en el metabolismo de los carbohidratos de los animales, incluyendo el hombre.

La conversión del grupo carbonílico (aldehído o cetona) de azúcares en alcohol, con consiguiente transformación de estructuras cíclicas a lineales, confiere a los polioles importantes propiedades, como resistencia al oscurecimiento, disminución de la susceptibilidad a la fermentación, mayor resistencia a la cristalización, mayor estabilidad química y mayor afinidad por el agua.

Una de las utilidades principales de los polioles está relacionada a la propiedad de estos compuestos de conferir cuerpo a los

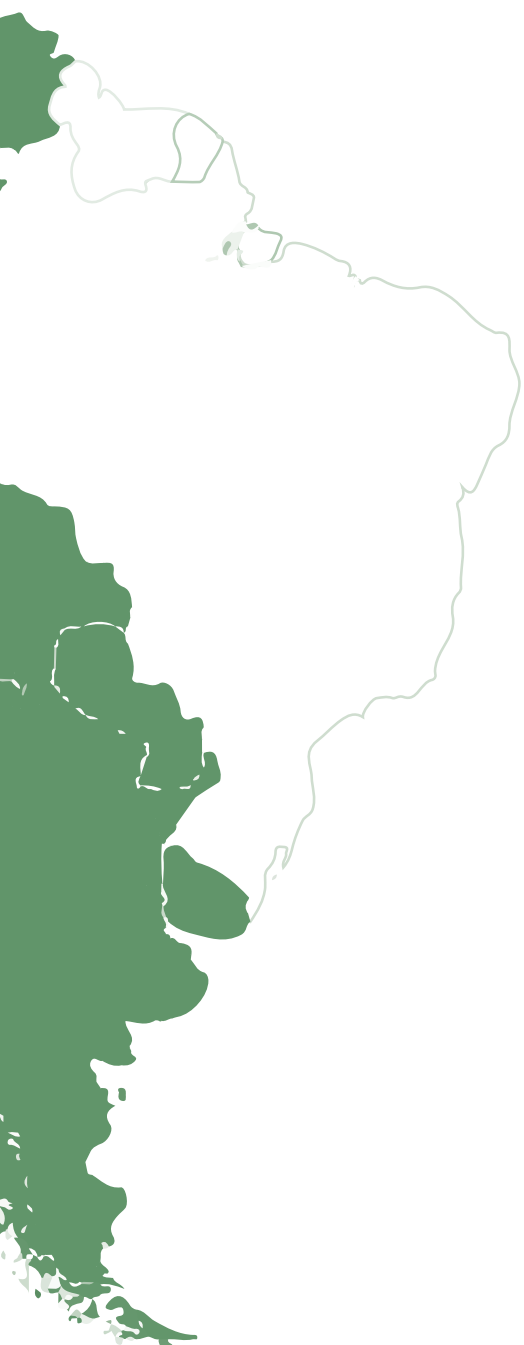
alimentos. En la industria alimenticia, se emplean en mezcla con edulcorantes intensos cuando hay necesidad de restricción de azúcar. Estas mezclas, a menudo, no promueven la reducción del valor calórico del alimento, pero ofrecen resultados satisfactorios en términos de sabor y textura.

Los polioles son excelentes agentes reductores de actividad de agua. Son más estables en presencia de ácido, base y calor que el azúcar. En general, los polioles pueden calentarse a una temperatura de 165 °C a 200 °C. También actúan como emulsionantes, estabilizantes, humectantes (acondicionadores de humedad), crioprotectores y reductores del punto de congelación.

Los polioles se comportan como carbohidratos, pero son absorbidos independientemente de la insulina por absorción pasiva y sin elevación de la tasa de glucosa sanguínea, pudiendo ser consumidos por diabéticos. Sólo la parte que se utiliza para su transformación en glucosa o glicógeno, que puede ser formado en pequeñas cantidades, necesita de insulina.

Algunos estudios revelan que la presencia simultánea de sorbitol y glucosa retrasa la absorción de glucosa por el intestino hasta en un tercio. El intestino humano presenta una capacidad de uso limitado de polioles, siendo que menos del 50% al 75% de la dosis ingerida es biodisponible.

Cuando se ingiere en exceso, debido a la baja tasa y lenta velocidad de absorción por el intestino delgado, pueden promover, al alcanzar el colon, un efecto osmótico, causando diarrea. La toleran-



cia a la ingesta de polioles es variable de individuo a individuo, siendo mayor para las personas acostumbradas a ingerirlos. Los polioles disacáridos, como la isomalt, muestra una mayor tolerancia debido a su elevado peso molecular.

Básicamente, los polioles son digeridos por dos vías metabólicas: La absorción en el intestino delgado y fermentación en el intestino grueso (colon). Las dos vías deben considerarse cuando se evalúa el contenido energético.

En el intestino, la glucosa se absorbe completamente a través de un mecanismo de transporte activo. En el metabolismo subsiguiente, la glucosa contribuye con valor calórico de 4kcal/g.

Los polioles monosacáridos son absorbidos a través de la membrana intestinal mucho más lentamente por el transporte osmótico pasivo. Sin embargo, sólo una pequeña proporción de los polioles ingerida es absorbida por esta vía. En el metabolismo subsiguiente, excepto en el caso de excreción urinaria, la fracción de polioles monosacáridos que atravesó la membrana intestinal es completamente metabolizada, siendo que esta fracción contribuye con valor calórico de 4kcal/g. La mayor parte de los polioles monosacáridos no es absorbido, pero fermentados por la microflora en el colon, generando ácidos grasos volátiles. Esta fermentación contribuye con valor calórico de aproximadamente 2 kcal/g.

Los polioles disacáridos no pueden atravesar la membrana intestinal y necesitan de hidrólisis previa. Parte inferior del formulario

En primer lugar, se digieren a la polioles monosacáridos y hexosas para entonces, ser absorbidos. La fracción de todos los polioles no absorbibles que alcanzan el colon se fermenta a ácidos grasos volátiles. Esta fracción proporciona una contribución de alrededor de 2 kcal/g. Los trazos de polioles disacáridos intactos son absorbidos y se excreta como tal en la orina.

Debido al hecho de que la energía metabolizable de polioles no puede ser el mismo después de la absorción en el intestino delgado y después de la fermentación

en el colon, podemos admitir que el valor calórico de los polioles está en un rango entre 2 y 4 kcal/g.

Entre los polioles más utilizados por la industria alimentaria son el eritritol, isomalt, lactitol, el maltitol, el manitol, el sorbitol y el xilitol.

Las principales aplicaciones de los polioles en alimentos son en confiterías exentas de azúcar, como dulces (duros y masticables), gomas de mascar y chocolate, así como en galletas, panes, bebidas no alcohólicas, helados, jaleas y productos lácteos.

Los polioles forman parte de la normativa de aditivos alimentarios de la Unión Europea. Cuando se consumen en cantidades excesivas, pueden causar diarrea si la parte no absorbida se encuentra en el intestino grueso, donde se une con agua, estando sujetas a fermentación por bacterias del colon, lo que resulta en efecto laxante, flatulencia y diarrea.

La seguridad de los polioles se ha evaluado internacionalmente, siendo que en la Unión Europea se ha asignado una DDA (dosis diaria admisible) no especificada, lo que significa que la legislación no especifica un nivel máximo, pero estipula que debe ser utilizado de acuerdo con las “buenas prácticas de fabricación” o, en términos técnicos, *quantum satis*. Los fabricantes no deben utilizar más de lo necesario para obtener el resultado deseado, aunque no es aconsejable sobrepasar 20g/día.

La legislación brasileña permite la utilización del manitol, sorbitol, isomalte o isomaltitol, maltitol y jarabe de maltitol. El Decreto N°. 122 de la SVS, MS 24/11/95, determina para los productos cuyas estimaciones razonables de consumo se traduce en la ingesta diaria de 20g de manitol o 50g de sorbitol u otros polioles que pueden causar efecto laxante, la presentación de la declaración: “Este producto puede causar efecto laxante”.