

Adoçantes de alta Intensidade e Polióis

A demanda por alimentos e bebidas de baixa caloria tem levado ao aumento do consumo de adoçantes de alta intensidade, que oferecem a mesma doçura que a sacarose, mas com uma considerável redução de calorias.

OS ADOÇANTES

Os adoçantes, também chamados de edulcorantes, são aditivos alimentícios adicionados intencionalmente aos alimentos ou bebidas com a finalidade de adoçar, podendo ou não contribuir para o valor energético do gênero alimentício resultante. Encontram-se disponíveis na forma líquida, em pó ou em comprimidos, podendo fazer parte dos ingredientes que constituem o produto alimentício, substituindo parcial ou totalmente

o açúcar que lhes seria adicionado. São substâncias usadas como substitutos do açúcar, uma vez que têm a capacidade de adoçar e melhorar o sabor de alguns alimentos e bebidas sem acrescentar calorias.

O uso de adoçantes alimentícios começou a ser popularizado na década de 60, em resposta a crescente procura por parte dos consumidores de produtos com sabor doce e bai-

xo valor energético. Inicialmente, destinavam-se aos diabéticos, mas rapidamente se tornaram comuns no mercado.

Dada a grande variedade de tipos existentes, os adoçantes podem ser agrupados de acordo com o seu conteúdo calórico (calóricos e não calóricos), sua origem (naturais ou artificiais) ou sua estrutura química.

Os adoçantes calóricos, ou adoçantes de corpo, fornecem



energia e textura aos alimentos e geralmente contém o mesmo valor calórico do açúcar, sendo utilizados em quantidades maiores. Já os adoçantes não calóricos, ou adoçantes intensos, fornecem somente doçura acentuada, não desempenhando nenhuma outra função tecnológica no produto final.

Na indústria alimentícia, os adoçantes são usados principalmente para adoçar alimentos; agir como conservante em compotas e geleias; intensificar o sabor em carnes processadas; fermentar molhos e pães doces e azedos; dar volume aos sorvetes; e dar corpo às bebidas carbonatadas.

ADOÇANTES DE ALTA INTENSIDADE

Os adoçantes de alta intensidade, também conhecidos como adoçantes intensos, ou ainda, adoçantes não nutritivos, podem ser definidos como um conjunto estruturalmente diversificado de compostos que compartilham um atributo importante: todos são muito mais doces do que a sacarose (açúcar); sua intensidade de doçura chega a ser 30 vezes maior do que a da sacarose.

Utilizados como ingrediente há décadas, os adoçantes de alta intensidade são comumente usados como substitutos do açúcar ou como alternativa ao açúcar, contribuindo com pouca ou nenhuma caloria quando adicionados aos alimentos. Como resultado, muito menos adoçante é necessário e a contribuição e energia são muitas vezes insignificantes. A sensação de doçura causada por estes componentes é marcadamente diferente da sacarose, de modo que estes são usados com misturas complexas que atingem uma sensação de doçura mais natural.

Os adoçantes de alta intensidade são amplamente utilizados em alimentos e bebidas, incluindo assados, refrigerantes, misturas de bebidas em pó, doces, pudins, alimentos enlatados, geleias e compotas e produtos lácteos, entre outros alimentos e bebidas.

A indústria alimentícia valoriza esses adoçantes devido a seus muitos atributos, incluindo suas qualidades sensoriais, segurança, compatibilidade com outros ingredientes alimentícios e estabilidade em diferentes ambientes alimentares.

Entre as principais características dos adoçantes intensos estão a alta intensidade de doçura, a contribuição desprezível ou nula de calorias e a ausência de funções tecnológicas (não são higroscópicas, não caramelizam, não conferem textura).

Décadas atrás, a sacarina e o

e bebidas. Entre eles, destacam-se a sacarina, o ciclamato, o acessulfame-k, a sucralose e o Neotame.

A sacarina foi descoberta acidentalmente em 1879; é o mais antigo edulcorante intenso. Possui capacidade de adoçar 500 vezes mais do que a sacarose, porém deixa sabor residual na boca. Seu intenso sabor doce (pode ser de 200 até 700 vezes mais doce do que a sacarose, mas o valor mais usado está em cerca de 300/500 vezes) lhe deu seu nome (sacarose - sacarina), embora sua estrutura seja totalmente diferente da sacarose. Apresenta a vantagem



ciclamato eram os únicos adoçantes de alta intensidade comercialmente disponíveis e o mercado de produtos dietéticos constituía uma fração mínima do total de alimentos e bebidas. Na década de 70, a pesquisa e o desenvolvimento de novos adoçantes alternativos culminaram na avaliação, aprovação e colocação no mercado de novos adoçantes de alta intensidade.

Os adoçantes de alta intensidade podem ter origem sintética ou natural. Os de origem sintética, na sua maioria, foram descobertos casualmente durante experimentos com diferentes propósitos ou por pesquisa específica de edulcorantes diferentes e atualmente são os mais usados pela indústria de alimentos

de não necessitar de grandes quantidades e, conseqüentemente, não tem o mesmo aporte calórico que o açúcar, e de não contribuir para a formação de cáries. Em altas concentrações deixa sabor residual amargo e não é metabolizado pelo organismo. É normalmente usada na forma de sais sódicos ou cálcicos, é de fácil solubilidade, sendo estável em altas temperaturas. Em 1986, foi comprovada sua segurança para a saúde através de diversos trabalhos técnico científicos.

A sacarina mostra sinergismo com vários edulcorantes intensos, no entanto, esse efeito é muito pouco acentuado com acessulfame ou esteviosídeo. O perfil de doçura da sacarina é diferente do da sacarose,

pois produz um impacto edulcorante bastante lento, que vai crescendo gradativamente até atingir intensidade máxima e persistente. Gostos amargos ou metálicos e adstringentes estão associados ao dulçor da sacarina e tendem a intensificar-se com o aumento da concentração. Nos países onde é permitido o uso de ciclamato, a associação da sacarina e ciclamato mascara o sabor residual da sacarina, ao mesmo tempo em que eleva o poder adoçante do ciclamato, sendo a proporção 1:10 a mais adequada. A associação com pequenas quantidades de aspartame também tem apresenta bons resultados, melhorando o sabor e a estabilidade da mistura.

Devido a estabilidade térmica (inalterável após uma hora em 150°C) e em meio altamente ácido (pH 2,0 a 8,0), a sacarina pode ser utilizada em produtos assados, temperos para saladas, geleias, gelatinas, bebidas carbonatadas, preparados para refrescos, enlatados e outros produtos.

A versatilidade da sacarina permite seu emprego em muitos alimentos, medicamentos e cosméticos, em função da sua alta estabilidade ao armazenamento e aquecimento, por se combinar bem com outros edulcorantes e por se incorporar facilmente à misturas líquidas ou secas. Em produtos não alimentícios, é utilizado em pasta de dentes e outros produtos de higiene oral e pessoal.

A legislação brasileira permite o uso da sacarina como edulcorante fixando o limite máximo de 30mg/100g de alimento dietético e 30mg/100ml de bebida dietética.

A sacarina é aprovada em mais de 90 países e admitida como segura por vários comitês internacionais de especialistas. Apresenta IDA correspondente a 5mg/kg de peso corpóreo.

O ciclamato é um edulcorante

artificial largamente usado no setor alimentício, sendo aplicado em adoçantes de mesa, bebidas dietéticas, geleias, sorvetes, gelatinas, etc. Adoça 50 vezes mais do que a sacarose, não é calórico e possui sabor agradável e semelhante ao açúcar refinado, apresentando um leve gosto residual. É seguro, não é tóxico e tem zero de calorias. É um excelente substituto para o açúcar de baixa caloria e é também bem adequado para diabéticos que não podem ingerir açúcar.

O ciclamato é compatível com uma ampla gama de outros ingredientes, incluindo flavorizantes artificiais e naturais, sendo capaz de intensificar sabores naturais de frutas.

O ciclamato de sódio ou de cálcio é aprovado pela legislação brasileira nos níveis máximos permitidos de 130mg/100g em alimentos dietéticos e de 130mg/100ml para bebidas dietéticas.

O uso de ciclamato é permitido em alimentos de baixa caloria em mais de 50 países na Europa, Ásia, América do Sul e do Norte e África. Apresenta IDA correspondente a 11mg/kg de peso corpóreo.

O acessulfame-k é um adoçante artificial, não calórico. É cerca de 200 vezes mais doce do que o açúcar e mantém seu poder adoçante quando aquecido, o que

o torna adequado para alimentos cozidos ou forneados. Seu gosto doce é percebido de imediato e em grandes doses deixa um leve sabor residual amargo.

Apresenta excelente estabilidade na forma seca, ao armazenamento prolongado, bem como as alterações no processamento, especialmente a temperaturas elevadas e pH baixo, em contato com outros ingredientes ou constituintes dos alimentos e ao ataque microbiológico. É altamente estável em solução na faixa de pH de alimentos e bebidas (variável de pH 3 ao neutro). Em pH abaixo de 3,0 e acima de 9,0, a hidrólise é mais rápida, sendo influenciada pela temperatura. A perda de doçura só é detectada caso haja degradação ou perdas do edulcorante superiores a 5%.

O acessulfame-k possui potencial de uso ilimitado. Pode ser utilizado como adoçante de mesa, em bebidas semi doces e em bebidas carbonatadas em mistura com outros edulcorantes para conferir estabilidade e qualidade de doçura. Devido a sua estabilidade à pasteurização, é indicado para produtos lácteos e em enlatados. A estabilidade térmica e ao pH ácido ou alcalino o torna útil em produtos de panificação, confeitos e pós para bebidas de cacau, que devem ser ingeridas quentes. É indicado para uso na



fabricação de caramelos duros e macios, sobremesas, sorvetes, geleias, gomas de mascar e conservas de frutas.

O acessulfame-k tem sido amplamente utilizado em bebidas destinadas a desportistas, fornecendo um perfeito balanceamento de sabor, implementando o sabor de frutas destas bebidas, e não afetando uma das principais de suas características, que é a curta permanência no trato gastrointestinal.

O nível de utilização do acessulfame em produtos assados varia de 0,07% a 0,12%, dependendo do produto de panificação e do agente de corpo, como biscoitos com povidexose e/ou isomalte 0,09%, tortas com isomalte e/ou frutose 0,10%, mistura para bolo de microondas com povidexose 0,15%, recheios para tortas com amido 0,07%, brownie com povidexose, sorbitol e isomalte 0,12%, e congelados com povidexose e/ou frutose 0,20%. Doses acima de 0,20% podem ser empregadas para produtos muito doces ou congelados. Nesses produtos pode ser necessário adicionar corantes, emulsificantes ou hidrocolóides para obter todas as características proporcionadas pelo açúcar.

O acessulfame-k é autorizado pela legislação brasileira na classe dos edulcorantes para alimentos e bebidas dietéticas, a ser utilizado em quantidade suficiente para obter o efeito desejado. Atualmente, é permitido em mais de 60 países e em 2.800 produtos, predominantemente como adoçante de mesa. Apresenta IDA correspondente a 15mg/kg de peso corpóreo.

A sucralose é o único edulcorante intenso não calórico derivado da sacarose obtido pela substituição de três grupos hidroxilas por três átomos de cloro.

Foi descoberta em 1976, através de um vasto programa de pesquisas, sendo escolhida como ponto de partida no intuito de sintetizar moléculas possuidoras de propriedades físico-químicas similares.

A doçura da sucralose varia



entre 400 e 800 vezes em relação à sacarose, sendo que o valor mais frequentemente citado é de 600 (750 vezes em relação à sacarose a 2%, e 500 vezes em relação à sacarose a 9%). Possui sabor agradável e apresenta alta solubilidade em água (28g/100ml a 20°C), bem como alta estabilidade térmica em meio aquoso e ácido e ao armazenamento.

A sucralose é um edulcorante muito versátil, podendo ser utilizada em bebidas carbonatadas (máximo 175 a 225 ppm), bebidas em pó (máximo 200 a 250 ppm), bebidas prontas para beber (150 a 150 ppm), xaropes de chocolate (1.000 a 1.300 ppm), geleias (400 a 850 ppm), frutas em conserva (250 a 300 ppm), pudim instantâneo (250 a 350 ppm), gomas de mascar (500 a 550 ppm), molhos para salada (100 a 150 ppm), iogurte natural (100 a 150 ppm), iogurte de frutas (175 a 225 ppm), leite aromatizado (60 a 100 ppm), produtos assados (175 a 600 ppm), sobremesas congeladas (75 a 250 ppm), balas e como adoçante de mesa.

Atualmente, a sucralose é aprovada em mais de 50 países, entre eles, Estados Unidos, Canadá, México, Brasil e Japão. Apresenta IDA de 15mg/kg de peso corpóreo.

O Neotame é um dipeptídeo derivado de um composto formado pelo ácido aspártico e a fenilalanina. Embora contenha dois

componentes químicos iguais ao aspartame, possui propriedades diferentes. É intensamente doce, aproximadamente 7.000 vezes superior à doçura da sacarose e 30 vezes à do aspartame, por isso a quantidade necessária para adoçar um alimento ou bebida é extremamente pequena.

No Brasil, o uso de Neotame é regulamentado pela ANVISA, sendo aprovado como edulcorante e autorizado para uso em alimentos.

ADOÇANTES INTENSOS NATURAIS

O interesse dos pesquisadores nos produtos naturais como formas alternativas de outras fontes de doçura em substituição ao açúcar comum, levou ao desenvolvimento dos adoçantes de alta intensidade de origem natural. Os edulcorantes desta categoria são extratos vegetais diretos ou modificados quimicamente para intensificar seu poder edulcorante. Nesta categoria, destacam-se a estévia, o aspartame e a frutose.

A estévia é, provavelmente, um dos adoçantes que atraiu mais interesse em fóruns científicos nos últimos anos. Usada como substituto para o açúcar, apresenta sabor mais lento no início e uma duração mais longa, embora alguns dos seus extratos possam apresentar sabor amargo, similar ao alcaçuz, em altas

concentrações.

Embora a palavra "estévia" se refira a toda a planta, apenas alguns dos componentes da sua folha são doces. Esses componentes doces são conhecidos como glicosídeos de esteviol (álcool que pode ser encontrado naturalmente na planta). O termo "estévia" geralmente se refere a uma preparação única (em pó ou líquido) feita a partir das folhas da planta, contendo uma mistura de vários componentes e não apenas aqueles que dão à folha o sabor adocicado.

Os glicosídeos de esteviol são os componentes doces da folha de estévia e se apresentam em vários tipos, embora os mais abundantes sejam o esteviosídeo e o rebaudiosídeo A. As folhas de estévia contêm teor médio de 5% a 10% e máximo de 22% de esteviosídeo, e 1,5% a 10% do peso da folha seca de rebaudiosídeo A.

O esteviosídeo é classificado quimicamente como um glicosídeo diterpênico que, em função da sua estrutura tridimensional, apresenta potentes glicóforos (agrupamento intramolecular), capazes de sensibilizar as papilas gustativas da língua, produzindo gosto doce.

O esteviosídeo possui sabor doce retardado, com poder adoçante 300 vezes maior do que a sacarose. Não é calórico e apresenta boa estabilidade em altas ou baixas temperaturas. Além de edulcorante e aromatizante, pode ser empregado para solucionar problemas de formulação e como coadjuvante tecnológico. Seu uso é proposto para refrigerantes, pós para refrescos, café e mate, sorvetes, gomas de mascar, balas, iogurtes, chocolates, produtos de panificação, conservas, molhos, como aditivo em conservas de peixe em condimentos (Japão) e como modificador de aromas.

O rebaudiosídeo A é mais estável, mais doce, menos adstringente e menos amargo, com perfil de sabor mais próximo ao da sacarose (persiste por mais tempo e não apresenta sabor residual desagradável).

Os extratos de estévia são apro-

vados para uso alimentar em vários países da América do Sul e Ásia, mas não têm aprovação na Europa, na América do Norte ou internacionalmente.

As folhas de estévia e seus derivados são largamente usadas no Japão, onde representam cerca de 40% do mercado de edulcorantes, bem como na China, Coréia, Taiwan, Israel, Uruguai, Paraguai e Brasil. Nos Estados Unidos, são autorizadas como complementos alimentares e, na Europa, toleradas para o mesmo uso. Nessas duas áreas geográficas não são aprovadas como edulcorantes. O esteviosídeo, como adoçante, não é autorizado pela FDA.

O aspartame é o tipo mais utilizado entre os adoçantes, tendo capacidade de adoçar 200 vezes mais que a sacarose. Seu valor energético é de 4 calorias/gramas. Deve ser evitado por pessoas que sofrem de fenilcetonúria, pois contém fenilalanina em sua composição.

O aspartame é o éster metílico de dois aminoácidos, a fenilalanina e o ácido glutâmico, ou seja, éster metílico de L-aspartil-L-fenilalanina. A molécula de aspartame é composta de 39,5% de ácido aspártico, 50% de fenilalanina e 10,5% de éster metílico. Pode ser sintetizado a partir do ácido aspártico e do éster metílico da fenilalanina por método químico, que resulta em outros produtos se-



condários, ou com maior especificidade, por síntese enzimática. A L-fenilalanina é obtida por fermentação, sendo que sua produção pode ser acelerada e de menor custo utilizando-se células imobilizadas.

O aspartame tem o sabor do açúcar. O perfil de doçura é o que mais se aproxima ao da sacarose, apesar de desenvolver-se mais lentamente e persistir por mais tempo. Não deixa qualquer sabor residual amargo, químico ou metálico, frequentemente associados aos demais edulcorantes. Sua doçura é 120 a 220 vezes superior a da sacarose.

O aspartame é geralmente mais potente a baixas concentrações e em produtos à temperatura ambiente do que em produtos gelados ou quentes. Fatores como pH e presença de outros aditivos podem afetar a potência do aspartame.

Podem ocorrer perdas em presença de alguns flavorizantes, especialmente à base de aldeídos (benzaldeído, vanilina, citral, n-decanal) ou mesmo outros componentes de alimentos que contenham compostos carbonílicos. A reatividade é influenciada pela concentração relativa dos reagentes, pH e atividade da água. O efeito sinérgico é

observado na combinação de aspartame com vários dos carboidratos ou dos edulcorantes intensos. A mistura aspartame/acessulfame-k na proporção 1: 1, aumenta o poder adoçante do aspartame (290 vezes em relação a sacarose a 10%), podendo atingir, dependendo do tipo de alimento em que é aplicado, valores de 3 a 6 vezes superiores do que quando utilizados individualmente. Suas propriedades edulcorantes são ainda melhores quando em mistura com glucona delta lactona, sais gluconados e bicarbonato de sódio.

O aspartame acentua o aroma e prolonga a percepção do sabor das frutas, principalmente de frutas ácidas. A intensificação é mais efetiva com sabores naturais do que com artificiais. Pode, contudo, potencializar também o gosto amargo. Devido ao alto poder adoçante, são necessárias quantidades mínimas para produzir a doçura desejada, reduzindo a ingestão calórica. Seu valor calórico é 4 kcal/g, no entanto, assumindo doçura relativa de 180, o valor calórico por unidade de doçura é de aproximadamente 0,02 kcal/g.

O aspartame é pouco solúvel em água, sendo que a solubilidade aumenta a medida que o pH diminui ou que a temperatura aumenta. A solubilidade é máxima a pH 2,2. Para um nível ótimo de dissolução, recomenda-se temperatura de 40°C e pH de 4. Como alternativa, o aspartame pode ser pré-dissolvido em uma solução de ácido cítrico sem a necessidade de elevar a temperatura, desde que a solução não fique armazenada por longo período.

O aspartame apresenta algumas restrições quanto a sua estabilidade. É estável em sistemas líquidos acidificados, mas perde sua doçura em pH neutro ou alcalino, ou a temperaturas elevadas. A máxima estabilidade do aspartame está na faixa de pH de 3,0 a 5,0, onde se encontra a maioria dos alimentos e bebidas, e em teor de umidade de 4,0% a 4,5%.

Apesar da instabilidade do produto frente a temperaturas elevadas, vários processamentos, como UHT (*Ultra High Temperature*) ou HTST (*High Temperature Short Time*), promovem perdas inferiores a 3% na doçura do produto adoçado com aspartame.

O armazenamento do aspartame na forma de pó a temperaturas entre 20°C e 25°C e umidade relativa de 50% não ocasiona perdas desde que a umidade seja inferior a 8%. São necessárias temperaturas superiores a 150°C para que a hidrólise seja substancial.

Pode ser utilizado em praticamente todos os tipos de alimentos, incluindo adoçantes de mesa, assados, misturas em pó, cereais, gomas de mascar, balas duras e moles, sobremesas, bebidas, congelados, refrigerados, geléias, coberturas, xaropes, produtos lácteos e produtos farmacêuticos.

O aspartame foi intensamente estudado e passou por testes detalhados e exames minuciosos para sua aprovação. Os estudos discutidos demonstram claramente a segurança do aspartame para uso humano e nunca foi encontrada nenhuma evidência de toxicidade.

Os produtos contendo aspartame devem trazer no rótulo as especificações “contém fenilalanina”, como informação aos portadores de fenilcetonúria, um distúrbio congênito muito raro que atinge cerca de um em cada 15.000 nascidos no mundo

e que aparece na infância, sendo caracterizado por sintomas nervosos, retardamento mental e lesões da pele, quando não tratado.

A FDA estabeleceu para o aspartame a IDA de 50mg/kg de peso corpóreo, uma IDA dificilmente alcançada, pois as ingestões médias levantadas são: para pessoas de faixas etárias variadas (2,3mg/kg), para diabéticos (3,3mg/kg) e para gestantes (2,7mg/kg). O JECFA estabeleceu para o aspartame IDA de 40mg/kg (corresponde a cinco vezes o consumo diário médio de sacarose de uma pessoa de 60 kg).

A frutose é um monossacarídeo com os carbonos dispostos em anel, muito encontrada em frutas, bem como em cereais (milho), vegetais e no mel (constituído por mais de 40% em peso de frutose). É também conhecida como levulose, pois uma solução saturada é capaz de transformar luz linearmente polarizada em luz circularmente polarizada, com giro vetorial para esquerda (levogíra).

As propriedades mais importantes do ponto de vista tecnológico são a alta solubilidade em água (80% a 20°C) e a alta higroscopicidade, o que torna a frutose útil como inibidor de cristalização no armazenamento de alimentos.

Em altas temperaturas, a frutose se decompõe mais facilmente do que a sacarose, o que pode ser uma limitação para seu uso. A substituição da sacarose por frutose implica na utilização de menor quantidade de aromas no processamento, pelo fato da frutose exaltar o sabor e o aroma de outros ingredientes, especialmente de frutas e ácidos. Reduz a atividade de água, auxiliando no controle da contaminação microbiana.

A frutose é o mais doce de todos os adoçantes naturais, apresentando grau de doçura igual a 117 em relação a sacarose a 10%. A doçura da frutose aumenta com o decréscimo da temperatura, pH e teor de sólidos.





O poder edulcorante elevado da frutose permite que seja consumida em menor quantidade do que outros monossacarídeos, reduzindo o aporte calórico. A doçura da frutose é rapidamente percebida, sendo seu uso ideal em produtos como sorvetes e gelados em geral.

Apresenta efeito sinérgico com edulcorantes nutritivos e não nutritivos. A mistura de frutose e edulcorantes tem como objetivo mascarar sabores residuais de edulcorantes, obter sinérgismo e fornecer corpo e sensação tátil bucal (*mouthfeel*) em alimentos de baixa caloria.

Graças às suas propriedades organolépticas e técnicas, a frutose pode ser utilizada como substituto do açúcar em um número muito grande de produtos.

Como alimento, a frutose equivale à glicose, mas a sua velocidade de absorção é menor. Seu valor calórico é de 4 kcal/g. Deve ser usada com moderação, já que provoca cáries e tem consumo limitado para diabéticos.

A IMPORTÂNCIA DOS POLIÓIS

Os adoçantes de alta intensidade são virtualmente isentos de calorias e normalmente possuem dulçor muito superior ao da sacarose, sendo, portanto, empregados em quantidades muito menores. Por isso, um grande problema na formulação de produtos com esses ingredientes é a diminuição de volume, que costuma exigir

a utilização de um agente de corpo, como os polióis, que incorporam água em sua formulação.

Quando há necessidade de restrição de açúcar, os polióis são empregados em mistura com edulcorantes intensos e oferecem resultados satisfatórios em termos de sabor e textura.

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). Possuem valor calórico e dulçor um pouco abaixo do açúcar, porém são usados em maiores quantidades, dando corpo e textura aos alimentos.

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. São também muito utilizados para substituição do açúcar em produtos de panificação, obtendo efeitos similares ao da sacarose.

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 poliol 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 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 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 o poliol 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 à 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. Apresenta sinergismo quando combinado com xarope de glucose 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 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 poliol 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 sinergismo com edulcorantes intensos e outros edulcorantes de corpo.

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 *shelflife*, devido a sua baixa higroscopicidade. Nesses casos, seu baixo poder adoçante pode ser contornado através da adição de aspartame ou acesulfame-k; a associação de lactitol com polidextrose pode resultar em maior redução do valor calórico. 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, sendo 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 polidextrose. 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. É um poliol 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 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 polidextrose ou



inulina, resultando em redução de 23% das calorias. Seu valor calórico é considerado igual a 2 kcal/g.

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 (diluente). 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.

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. Seu valor calórico é duas vezes menor do que o da sacarose, ou seja, 2 kcal/g.

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 catalítica 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 diluente 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 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. De um modo geral, atribui-se ao sorbitol o valor calórico de 2,4 kcal/g.

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.

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.

Nos últimos anos, o uso de adoçantes se ampliou devido a crescente preocupação com o aumento progressivo das taxas de obesidade e ao aumento da preferência dos consumidores por ingerir bebidas e alimentos sem açúcar. Os avanços tecnológicos também permitiram obter e utilizar esses compostos de uma forma muito mais eficaz nos produtos alimentícios.

EL MERCADO DE ALIMENTACIÓN DEPORTIVA

A pesar de ser usadas, incluso, como sinónimos y de complementarse, alimentación y nutrición poseen definiciones distintas. La alimentación es el proceso por el cual los organismos obtienen y asimilan alimentos o nutrientes para sus funciones vitales. La nutrición es el proceso biológico en que los organismos, utilizando los alimentos, asimilan nutrientes para la realización de sus funciones vitales.

El estado nutricional es el resultado de la interacción dinámica, en el tiempo y en el espacio, de los alimentos y del uso de energía y de nutrientes en el metabolismo de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo humano. Esta interacción puede ser influenciada por múltiples factores, desde los genéticos, que determinan en gran parte la estructura metabólica del individuo, hasta factores del ambiente, de naturaleza física, química, biológica y social, como por ejemplo, lo que constituye la práctica de deportes, la cual somete al organismo a un estrés profundo, que se refleja en las modificaciones morfológicas del atleta.

Las primeras referencias sobre la relación entre alimento y rendimiento deportivo se remontan a la antigua Grecia y se refieren a los participantes de los primeros Juegos Olímpicos, que alcanzaron un nivel tan extremo de sofisticación, que se

pasó a definir alimentos específicos y combinaciones de éstos para su ingestión en la forma de "ayudas ergogénicas". En ese contexto, se consideraba que la carne de cabra era ideal para la ingestión de saltadores, la carne de toro para la ingestión de corredores y la carne de cerdo para la ingestión de luchadores. Con el desarrollo científico y técnico y la aplicación de las ciencias, se ha demostrado el importante papel de la nutrición en el desempeño deportivo.

Todos los niveles de rendimiento físico deportivo se basan en una nutrición adecuada, ya que la realización de ejercicios físicos a lo largo del tiempo es, en última instancia, condicionada por la ingestión de energía nutricional, es decir, por la producción de energía metabólica utilizable por el organismo para la realización de un esfuerzo físico de determinada intensidad y/o duración, dependiente de la disponibilidad y uso de las reservas de energía.

La nutrición es fundamental en la práctica deportiva, constituyendo no sólo una ayuda ergogénica fundamental, sino que permite la incorporación en el organismo de un conjunto de sustancias que actúan como reguladores y sustratos sintéticos de los procesos bioquímicos, asegurando la psicomotricidad y la bioadaptabilidad del atleta a la carga de entrenamiento a la que se somete.

Los alimentos que se incluyen en una dieta deportiva atienden a tres objetivos básicos: proporcionar energía, suministrar material para el fortalecimiento y reparación de los tejidos, mantener y regular el metabo-

lismo. La dieta del atleta debe tener una aptitud específica, adaptándose a su estado nutricional y su composición corporal, así como al tipo de actividad física que desarrolla en términos de intensidad, duración y condiciones ambientales en que se ejecuta.

Cumplir las directrices correctas de alimentación es un requisito fundamental no sólo para una vida sana, sino para la obtención de un mejor desempeño en la práctica deportiva.

El desempeño deportivo se basa en una nutrición adecuada, ya que el ejercicio físico y su mantenimiento a lo largo del tiempo están condicionados por la ingesta de energía nutricional. La nutrición adecuada es un requisito previo para equilibrar la pérdida hídrica y electrolítica, así como la rápida reposición de los sustratos energéticos utilizados durante el ejercicio, mejorando

los procesos anabólicos y, así, promoviendo la recuperación y disposición física para nuevas sesiones de entrenamiento o competición

La nutrición desempeña un papel importante en el desempeño y los resultados finales del atleta, pudiendo alterar la capacidad de entrenamiento y garantizar todas las adaptaciones corporales al ejercicio, como aumento de la necesidad de oxígeno en los músculos durante el ejercicio y aumento de sustratos energéticos.

El gasto energético diario, que condiciona las necesidades calóricas del organismo, se atribuye a tres componentes fundamentales, distribuidos de la siguiente forma: 25% actividad física, 10% acción termogénica de los alimentos y 60% a 65% metabolismo basal. El gasto metabólico basal o tasa metabólica basal incluye la energía necesaria para mantener las funciones vitales del organismo en condiciones de reposo (circulación sanguínea, respiración, digestión, etc.). La tasa metabólica en reposo representa la energía gastada en condiciones de descanso y en una temperatura ambiente moderada.

Un factor considerado el más importante en la modificación del gasto de energía, es el tipo, duración e intensidad de la actividad física desarrollada.

La adecuada ingesta energética diaria para un atleta es la que mantiene un peso corporal adecuado para un óptimo desempeño y la que maximiza los efectos del entrenamiento. Teóricamente, es posible considerar directrices generales de suministro de aporte calórico necesario en función del tipo de actividad realizada y del tiempo

dedicado a la realización de la actividad. En la práctica, es importante destacar que la cantidad de energía gastada depende en gran parte de las características del propio atleta (edad, sexo, peso, altura, estado nutricional y entrenamiento) y del tipo, frecuencia, intensidad y duración del ejercicio, así como como de las condiciones ambientales en que se realizan. Por lo tanto, cada atleta debe ajustar su aporte de energía, aumentando o disminuyendo las cantidades ingeridas de acuerdo a sus necesidades individuales. Para una alimentación y suplementación adecuadas, es importante que los practicantes de deporte adapten sus hábitos alimentarios y conozcan la forma en que los nutrientes se suministran al organismo para la fisiología del ejercicio.

El gasto energético debe cubrir el gasto calórico y permitir que el atleta mantenga una condición física ideal para el deporte que practica. El ejercicio físico aumenta las necesidades de energía y de algunos nutrientes, lo que hace esencial seguir una directriz dietética que garantice la cobertura de todas las necesidades alimentarias del individuo.

Entre los principales grupos de nutrientes (micronutrientes y macronutrientes), están los carbohidratos, las proteínas, los lípidos y las vitaminas y sales minerales.

Los suplementos nutricionales se clasifican en aminoácidos, compensadores, repositorios, energéticos y proteicos.

Entre los ingredientes utilizados para suplementación deportiva, están las proteínas (albúmina, soja, leche y suero de leche); arginina, lisina y ornitina; los BCAA (aminoácidos de cadena ramificada, incluida la leucina, la valina y la isoleucina); el β -HMB, o β -hidroxi- β -metilbutirato; el bicarbonato de sodio; la cafeína; los carbohidratos complejos; la L-carnitina; la creatinina; el cromo; el DHEA - dehidroepiandrosterona -; la

Gracinia cambogia; el ginseng; la glutamina; las sales de fosfato; los triglicéridos de cadena media; la glucoronolactona; el vanadio; el inositol; el nitrato; y la betaína.

Brasil es uno de los países que más crece en el segmento de los complementos alimenticios. Según la Asociación Brasileña de Empresas de Productos Nutricionales (ABENUTRI), en el 2018, sólo el sector de Sport Nutrition, una de las cuatro divisiones del mercado (que aún incluye Wellness, Pérdida de Peso y Nutrición Cosmética) Recaudó aproximadamente R\$ 2,5 mil millones, un alza de 15% frente al año anterior y se espera que en 2019 supere esta tasa, registrando un crecimiento del orden de 20%, llegando a R\$ 5 mil millones en 2024.

El destaque en el segmento de alimentación deportiva son las bebidas energéticas, seguidas de las bebidas deportivas y de las bebidas enriquecidas con proteínas, además de las barras nutricionales, las cuales están disponibles en tres tipos básicos: las barras de cereales fibrosas; las barras energéticas; las barras proteicas; y las barras dietéticas. Una alimentación correcta puede determinar el éxito o el fracaso en el deporte. Los avances en el campo de la nutrición deportiva permitieron aprender más sobre los errores cometidos en el pasado, estimulando el interés del atleta en su alimentación y no sólo en el entrenamiento físico. La nutrición demostró estar íntimamente relacionada al desempeño deportivo, siendo su control y acompañamiento una herramienta eficaz para alcanzar metas cada vez más altas y alcanzar objetivos con mayor eficiencia.