



A EVOLUÇÃO DOS SUBSTITUTOS DE GORDURA

Apesar da sua importância na saúde, a gordura tem sido associada a vários tipos de doenças. Diante da modificação dos hábitos alimentares visando a redução da ingestão de gordura, a indústria desenvolveu ingredientes para serem utilizados como substitutos de gordura nos alimentos.

GORDURA - FUNÇÃO E TIPOS

A gordura é um termo genérico para uma classe de lipídios. É produzida por processos orgânicos, tanto por vegetais como por animais, e consiste de um grande grupo de compostos geralmente solúveis em solventes orgânicos e insolúveis em água. Sua insolubilidade na água deve-se à sua estrutura molecular, caracterizada por longas cadeias carbônicas. Por ter menor densidade, flutua quando misturada em água. A gordura tem sua cadeia “quebrada” no organismo pela ação da lipase, produzida pelo pâncreas.

Quimicamente, a gordura é sintetizada pela união de três ácidos graxos a uma molécula de glicerol, formando um triéster. É chamada de triglicerídios, triglicérides ou, mais corretamente, de triacilglicerol. Pode ser sólida ou líquida em temperatura ambiente, dependendo da sua estrutura e da sua composição.

Usualmente, o termo gordura se refere aos triglicerídios em seu estado sólido, enquanto que o termo óleo, aos triglicerídios no estado líquido.

A gordura constitui um ingrediente importante para os aspectos sensorial e tecnológico dos alimentos.

As funções físicas e químicas da gordura em produtos alimentícios podem ser agrupadas, uma vez que sua natureza química determina suas propriedades físicas. Assim, o comprimento da cadeia de carbono de ácidos graxos esterificado com o glicerol, o seu grau de insaturação e a distribuição dos ácidos graxos, bem como a sua configuração molecular e seu estado polimórfico, afetam as propriedades físicas dos alimentos, como por exemplo, viscosidade, ponto e características de derretimento, cristalinidade e espalhabilidade.

A gordura também afeta as propriedades físicas e químicas do produto e, conseqüentemente, apresenta várias implicações práticas, sendo as mais importantes o comportamento do produto alimentício durante o processamento (estabilidade ao calor, viscosidade, cristalização e propriedades de aeração), as características de pós-processamento (sensibilidade a quebra/corte, pegajosidade, migração e dispersão) e a estabilidade de armazenamento, que pode incluir estabilidade física (emulsificação, migração ou separação de gordura), estabilidade química (rançidez ou oxidação) e estabilidade microbiológica (atividade de água - a_w - e segurança).

A gordura desempenha importante função na determinação das quatro principais características sensoriais dos produtos alimentícios, ou seja, a aparência



(brilho, translucidez, coloração, uniformidade da superfície e cristalinidade), a textura (viscosidade, elasticidade e dureza), o sabor (intensidade de *flavor*, liberação de *flavor*, perfil de sabor e desenvolvimento de *flavor*) e o *mouthfeel* (derretimento, cremosidade, lubrificidade, espessura e grau de *mouth-coating*).

Há vários tipos de gorduras, mas cada tipo é uma variação de alguma estrutura. Uma regra geral é que todas as gorduras consistem de três moléculas de ácidos graxos com uma molécula de glicerol, formando uma estrutura conhecida como triacilglicerol, como já mencionado anteriormente.

As propriedades das moléculas de gordura dependem dos ácidos graxos que as formam. Os diferentes ácidos graxos são formados por um número diferente de átomos de carbono e hidrogênio. Os átomos de carbono, cada um ligado em dois átomos de carbono vizinhos, formam uma cadeia em zigue-zague; quanto maior a quantidade de átomos de carbono, mais longa será a cadeia. Os ácidos graxos com cadeias maiores são mais suscetíveis a forças intermoleculares de atração, aumentando seu ponto de fusão. Longas cadeias também fornecem uma quantidade maior de energia por molécula quando metabolizadas.

Os ácidos graxos que constituem

a gordura também se diferenciam pelo número de átomos de hidrogênio ligados na cadeia de átomos de carbono. Cada átomo de carbono é tipicamente ligado a dois átomos de hidrogênio.

Quando um ácido graxo possui esta configuração típica é chamado de saturado, pois os átomos de carbono estão saturados com hidrogênio.

Em outras gorduras, os átomos de carbono podem estar ligados a apenas um átomo de hidrogênio e terem uma ligação dupla com um carbono vizinho, o que resulta em um ácido graxo insaturado. Mais especificamente, seria um ácido graxo monoinsaturado, enquanto um ácido graxo poliinsaturado seria um ácido graxo com mais de uma ponte dupla.

Os ácidos graxos saturados são aqueles que não possuem dupla ligação entre seus átomos de carbono ou outro grupo funcional ao longo da cadeia. Geralmente, possuem uma forma reta, o que permite seu armazenamento de forma muito eficiente.

A maioria dos ácidos graxos saturados tem um nome usual associado à sua origem e/ou função. Os ácidos graxos insaturados seguem o mesmo padrão dos ácidos graxos saturados, exceto pela existência de uma ou mais duplas ligações ao longo da cadeia. A dupla ligação ocorre entre carbonos e de forma alternada, ou seja, um único átomo de carbono só forma uma dupla ligação, a qual pode ter duas configurações: se o ácido graxo adquirir uma forma linear, a ligação tem uma configuração *trans*; e se o ácido graxo forma uma quina, a ligação possui uma configuração *cis*.

Uma configuração *cis* quer dizer que os átomos de carbono adjacentes estão do mesmo lado da dupla ligação. A rigidez da dupla ligação torna o ácido graxo menos flexível. Quanto maior for o número de duplas ligações, maior será a curva do ácido graxo. Já uma configuração *trans* significa que os

dois átomos de carbono em ambas as extremidades da dupla ligação estão do lado oposto. Como consequência, não há dobramento de cadeia e sua conformação é muito semelhante a de um ácido graxo saturado.

Os ácidos graxos insaturados de ocorrência natural normalmente possuem configuração *cis*. A maioria dos ácidos graxos de configuração *trans* não são encontrados na natureza e sim por processos artificiais, como por exemplo, a hidrogenação.

As gorduras *trans* são um tipo especial de ácido graxo, formado a partir de ácidos graxos insaturados, ou seja, são um tipo específico de gordura formada por um processo de hidrogenação natural ou industrial. Estão presentes principalmente nos alimentos industrializados e são considerados especiais devido à sua conformação estrutural. Nos ácidos graxos *cis*, que é como geralmente são encontrados os ácidos graxos na natureza, os átomos de menor peso molecular encontram-se paralelos e, nos ácidos graxos *trans*, os átomos de menor peso molecular estão dispostos na forma diagonal. O ângulo das duplas ligações na posição *trans* é menor do que em seu isômero *cis* e sua cadeia de carboidratos é mais linear, resultando em uma molécula mais rígida, com propriedades físicas diferentes, inclusive, no que se refere à sua estabilidade termodinâmica.

As gorduras *trans* extremamente nocivas para o organismo. Agem como a gordura saturada ao elevar o nível da lipoproteína (concentração endoplasmática) de baixa densidade no sangue (LDL ou “colesterol ruim”), fazendo com que os níveis de absorção da proteína de alta densidade sejam pasteurizados, sendo que esta é responsável pela remoção de LDL do sangue.

SUBSTITUTOS DE GORDURA

Nos últimos anos, a gordura tem sido associada a doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, diabetes e a expectativa de vida mais curta, doenças que são correlacionadas estatisticamente com a obesidade. Tal associação motivou o interesse súbito por produtos alimentícios com menos ou com zero

gordura. Para atender a essa demanda do mercado, a indústria de alimentos investiu na produção de variantes de baixo teor de gordura com características sensoriais que se assemelhassem aos produtos padrão, ou seja, aos alimentos com gordura.

Por definição, os substitutos de gordura representam um grupo discrepante de ingredientes para os quais não é fácil prover uma classificação simples. Mesmo porque, alguns grupos incluem subgrupos de ingredientes de estrutura química e propriedades funcionais semelhantes, enquanto outros grupos contêm apenas um ou dois ingredientes desenvolvidos.

Durante anos, diferentes termos tem sido utilizados para ingredientes desenvolvidos especificamente para substituição de gordura em alimentos. Inicialmente, o termo substituto de gordura foi usado para todos os ingredientes, indiferentemente da extensão na qual o ingrediente era capaz de substituir a gordura e dos princípios que determinam a sua funcionalidade.

O principal interesse estava direcionado para o descobrimento de um ingrediente capaz de substituir completamente a gordura em todos os sistemas alimentícios. O ingrediente ideal precisaria ter uma estrutura química semelhante e propriedades físicas semelhantes as da gordura, mas precisaria ainda ser resistente a hidrólise, através de enzimas digestivas, para ter zero ou muito baixo valor calórico.

Na segunda metade dos anos 80, os únicos ingredientes capazes de cumprir com todas essas exigências eram compostos sintéticos. A principal diferença prática entre as combinações sintéticas e outros ingredientes lançados com a finalidade

de substituição da gordura, consistia na capacidade das combinações sintéticas em substituir a gordura em uma relação de peso igual. Todos os outros ingredientes requeriam água para obter a sua funcionalidade e sua capacidade em substituir a gordura se baseava no princípio de reproduzir algumas características físicas e sensoriais associadas à presença de gordura no alimento. Consequentemente, o termo gordura mimética foi criado para distinguir esse grupo de ingredientes.

Rapidamente, passou-se a usar erroneamente de forma intercambiável os termos ingleses *fat substitute*, *fat replacer*, *fat extender*, *low calorie fat* e *fat mimetic*. Em uma tentativa de padronização, o termo *fat substitute* (substituto de gordura sintético) foi definido como um composto sintético projetado para substituir a gordura em igualdade de peso (*weight-by-weight*), apresentando uma estrutura química semelhante à gordura, mas resistente a hidrólise pelas enzimas digestivas. Já a expressão *fat replacer* (substituto de gordura) foi definida como um termo genérico para descrever qualquer ingrediente que substitua a gordura. O termo *fat extender* (extensor de gordura) foi definido como um sistema de substituição de gordura que contém uma proporção de gorduras e/ou óleos convencionais combinados com outros ingredientes. *Low calorie fat*, ou gordura de baixa caloria, foi definido como um triglicerídeo sintético que combina ácidos graxos não convencionais na cadeia principal glicerol, resultando em valor calórico reduzido. E o termo *fat mimetic* (gordura mimética) foi definido como um substituto de gordura que necessita de alto conteúdo de água para atingir sua funcionalidade.

Uma das principais características dos ingredientes substitutos de gordura é a falta de semelhança entre ambos em termos de estrutura química e física específica. O que eles têm em comum, sob

determinadas condições, é a capacidade de substituir a gordura e de atender a algumas propriedades funcionais associadas à gordura em um determinado produto.

Independente de sua terminologia, o fato é que o conteúdo de gordura de um produto pode ser diminuído substituindo-o, total ou parcialmente, por um componente menos calórico. Atualmente, a indústria dispõe de mais de 200 ingredientes que podem ser usados para substituição da gordura em alimentos.

PROCESSOS E TECNOLOGIAS

A primeira estratégia adotada para substituição da gordura em alimentos foi simplesmente remover a gordura do produto padrão, sem qualquer tentativa de mudança organoléptica. A indústria láctea foi a primeira a adotar tal estratégia, com a introdução do semidesnatado e, subsequentemente, do leite desnatado. Essa estratégia, que mudou consideravelmente a qualidade organoléptica do produto final, gerou dúvidas quanto a sua aceitabilidade. Todavia, a história provou que o consumo de leite líquido com redução de gordura cresceu a uma taxa notável. A estratégia de remoção direta de gordura adotada pela indústria láctea demonstrou ser um sucesso, ganhando a aceitação do consumidor, apesar das mudanças óbvias das características sensoriais do produto.

Subsequentemente, ocorreram processamentos semelhantes em outros setores da indústria alimentícia. Contudo, essa técnica não é totalmente possível para a maioria dos produtos alimentícios, porque em muitos casos, a estabilidade física, as propriedades funcionais e a estabilidade microbiológica são adversamente afetadas. O mesmo se aplica quando a gordura é substituída apenas através da água. Nesse caso, a remoção direta de gordura sem compensação limita a aplicabilidade, dependendo do tipo de produto e do nível de redução de gordura pretendido. O número limitado de produtos para os quais a simples remoção da gordura pode ser aplicada levou ao desenvolvimento de novos métodos para redução de gordura em alimentos.



O principal desafio no desenvolvimento de alimentos com redução de gordura é obter a redução de gordura mantendo às qualidades do produto tradicional. Isso envolve o uso de ingredientes funcionais, inclusive, a gama de substitutos de gordura disponível.

Para a maioria dos produtos alimentícios, a redução de gordura é associada ao aumento do conteúdo de água. Sendo assim, a primeira necessidade para igualar-se a qualidade do produto padrão é estruturar a fase de água pelo uso de tais ingredientes funcionais, como proteínas, gomas, estabilizadores, agentes de gelificação e outros espessantes, aumentando os agentes emulsificantes e fibras. A escolha dos ingredientes depende do tipo de produto e do nível de redução de gordura desejado, contudo, precisa ser equilibrada cuidadosamente contra os seus efeitos na multiplicidade de características do produto. Tal processamento requer conhecimento completo dos ingredientes disponíveis e compreensão das relações de estrutura/função da matriz do produto. A maioria dos substitutos de gordura disponíveis no mercado é baseada na habilidade em estruturar a fase de água para obter estruturas iguais a gordura

que imitam a estrutura física e/ou as características sensoriais da gordura.

A aproximação holística para redução de gordura está baseada no fato de que, por um lado, a maioria dos produtos alimentícios é composto por sistemas relativamente complexos e, por outro lado, que qualquer gordura mimética possui limitações em sua habilidade para cobrir as muitas e diferentes funções da gordura. Os processos evoluíram porque, na maioria dos casos, nenhuma das aproximações para substituição de gordura resultou em um produto final satisfatório, com redução significativa de gordura, sem que houvesse comprometimento de algumas das características de qualidade do produto padrão, tais como estabilidade sensorial, física, estabilidade biológica e microscópica. Assim, chegou-se ao método de utilizar um substituto de gordura em conjunto com outros ingredientes, como estabilizantes e emulsificantes, por exemplo, ou ainda, o uso de uma mistura de ingredientes projetada para aplicação de um produto em particular. Mais recentemente, essa tentativa foi substituída pelo uso de mais de um substituto de gordura em conjunto com uma gama de ingredientes padrão.

CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÃO

Os substitutos de gordura podem ser classificados em três categorias principais: baseados em proteínas, baseados em carboidratos e compostos sintéticos.

Os substitutos de gordura baseados em proteínas são produtos com aplicação limitada por não poderem ser utilizados para produtos de panificação e para frituras, devido às altas temperaturas alcançadas nesses processos. O aquecimento causa coagulação e desnaturação das proteínas, resultando em perda de cremosidade e textura que simulam a presença de gorduras. Além disso, as proteínas tendem a não se ligar quimicamente aos componentes de *flavor*, causando perda de intensidade ou, inclusive, formação de odores estranhos. Essas reações são altamente específicas e se alteram de acordo com a fonte de proteína utilizada e com os outros componentes da formulação, sendo difícil prever o comportamento do substituto de gordura em formulações sem que sejam realizados testes prévios.

Os substitutos de gordura baseados em proteínas são geralmente derivados de proteínas encontradas em ovos, leite, milho e outros alimentos. Quando em





altas concentrações (acima de 10%), as proteínas de soro de leite possuem propriedades funcionais para serem utilizadas como substitutos de gordura. Estes concentrados protéicos são considerados GRAS (*Generally Recognized as Safe*) pela FDA (*Food and Drug Administration*) e são utilizados na maioria dos substitutos baseados em proteínas.

Misturas de proteínas de clara de ovo e leite com outros produtos, como açúcares, pectina e ácidos, são utilizadas comercialmente para a produção de substitutos de gordura mais complexos e completos. Muitas vezes, a microparticulação é utilizada na produção destes compostos e consiste na aplicação de calor às proteínas de maneira que coagulem na forma de gel, ao mesmo tempo em que se submete o sistema a uma força de cisalhamento, fazendo com que as proteínas coaguladas formem partículas de diâmetro muito pequeno (0,1 a 2,0 μm). É muito importante o tamanho da partículas desta ordem, pois até 3 μm não são percebidas como partículas individuais, sendo dessa maneira sua textura associada com a da gordura. Proteínas de fontes diversas podem ser convertidas em proteínas microparticuladas, mas as proteínas de leite e ovos são as mais utilizadas. Quando o substituto de gordura é apenas a proteína microparticulada, que é uma simples modificação física

de sua estrutura, este é considerado GRAS pela FDA.

Os substitutos de gordura baseados em proteínas podem ser utilizados em formulações de sobremesas, iogurtes, queijos, sorvetes, maioneses, margarinas e molhos.

Os carboidratos e produtos à base de carboidratos têm sido usados para substituir total ou parcialmente (de 50% a 100%) óleos e gorduras em uma grande variedade de alimentos. Os carboidratos fornecem 4 kcal/g, mas como os substitutos baseados nestes são normalmente utilizados em soluções de 25% ou 50% em formulações de alimentos, tem-se somente 1 kcal/g ou 2 kcal/g no produto final.

No grupo dos substitutos de gordura baseados em carboidratos encontram-se dextrinas, amidos modificados, polidextrose, gomas, entre outros; são termoestáveis e podem ser utilizados em produtos de panificação. Porém, os carboidratos não fundem, portanto, não podem ser utilizados em frituras. Devido ao seu alto poder de associação com água, ocorre aumento da atividade de água e conseqüente redução da vida de prateleira do produto.

Entre os carboidratos utilizados para substituição de gordura estão os amidos modificados e dextrinas, a polidextrose, as gomas, a celulose microcristalina e outras misturas de substitutos de gor-

dura baseadas em carboidratos.

O amido degradado a compostos de menor peso molecular com DE (dextrose equivalente) mais baixa tem propriedades que imitam a gordura. Diferentes propriedades podem ser obtidas dependendo da fonte de amido utilizada (batata, milho, aveia, arroz, tapioca) e do tipo e grau de modificação aplicado. Amidos com grânulos de diâmetro similar às micelas de gordura (2 μm) têm potencial como substitutos de gordura. Esse tamanho de partícula é alcançado através de hidrólise ácida ou enzimática, atrito mecânico ou microparticulação do amido.

A polidextrose é um polímero de dextrose com pequenas quantidades de sorbitol e ácido cítrico. Funciona como agente espessante e umectante em vários alimentos, bem como para substituir açúcar ou gordura em produtos de panificação específicos, chicletes, confeitos, recheios, molhos, sobremesas, gelatinas, pudins e balas.

As gomas são polímeros de cadeia longa e de alto peso molecular que se dissolvem ou dispersam em água, dando efeito espessante ou textura de géis. As gomas têm sido usadas há cerca de 30 anos para produzir molhos para salada de baixo valor calórico e outros alimentos. Inicialmente, eram simplesmente utilizadas como instrumentos de formulação antes da idéia de serem utilizadas como substitutos de gordura. Em níveis baixos (0,1% a 0,5%), as gomas aumentam a viscosidade e estabilizam emulsões quando a água é utilizada para substituir gordura em alimentos.

As gomas xantana e alginatos são usadas em molhos para saladas, proporcionando a formação de soluções altamente viscosas, mesmo em baixas concentrações, e possuem comportamento pseudoplástico, que é fundamental para simular a sensação de gordura na boca. A goma guar, devido às suas propriedades de absorver água, é muito útil em produtos congelados e de panificação. As gomas também podem ser utilizadas em produtos lácteos. A carragena é utilizada em hambúrgueres de baixa caloria, com apenas 9% de calorias provenientes de gordura, sendo responsável pela sensação de gordura na boca. A pectina funciona como agente

gelificante e espessante. As pectinas com baixo teor de metoxilas (grau de metilação menor que 50%) formam géis termorreversíveis elásticos que simulam consideravelmente os efeitos da gordura.

A escolha da goma a ser utilizar deve levar em consideração os efeitos da temperatura na solubilidade e dispersibilidade da goma, bem como as características reológicas do gel formado e os efeitos do pH e concentração nas propriedades gelificantes da goma. A compatibilidade com outros constituintes da formulação é outra característica importante a ser considerada. As gomas são muito utilizadas em conjunto com celulose microcristalina.

A celulose microcristalina é uma forma da celulose em que a parede celular das fibras das plantas foram fisicamente fragmentadas. Após a hidrólise ácida da polpa de celulose, a celulose microcristalina permanece insolúvel e é, em seguida, separada e submetida a atrito mecânico, fazendo com que se quebre em agregados cristalinos coloidais. Estes agregados são secos juntamente com carboximetilcelulose e outros ingredientes funcionais para garantir a redispersão dos cristais.

A celulose microcristalina é não calórica e pode substituir 100% da gordura em molhos para salada, produtos lácteos e sobremesas. Todos os ingredientes deste produto são GRAS de acordo com o regulamento da FDA. A habilidade deste produto em agir como estabilizante é particularmente útil para aplicações em formulações de baixo conteúdo de gordura.

Os substitutos de gordura sintéticos são substâncias similares à gordura, mas resistentes à hidrólise pelas enzimas digestivas.

As gorduras naturais consistem de glicerol esterificado com um a três ácidos graxos. A estrutura básica pode ser redesenhada das seguintes maneiras: a parte glicerol pode ser substituída por um álcool alternativo; os ácidos graxos podem ser substituídos por outros ácidos, como por exemplo, ácidos carboxílicos ramificados; a ligação éster pode ser “revertida”; e a ligação éster pode ser reduzida a uma ligação éter.

Uma outra maneira de desenvol-



ver substitutos de gordura sintéticos se baseia na tentativa de reproduzir as propriedades de óleos e gorduras comestíveis utilizando-se polímeros ou óleos naturais, cujas propriedades químicas não estejam relacionadas com a estrutura triglicéridica. Alguns exemplos incluem a utilização de materiais poliméricos não absorvíveis já existentes ou desenvolvê-los de tal modo que apresentem características similares às gorduras convencionais, ou ainda, desenvolver microcápsulas para substituir o glóbulo de gordura em alimentos emulsificados. Além disso, alguns produtos naturais, como o óleo de jojoba, podem ser utilizados como substitutos de gordura em potencial.

Da substituição do glicerol por um álcool alternativo, obtêm-se alguns substitutos de gordura, como os poliésteres de sacarose ou SPE (*Sucrose PolyEster*), os poliésteres de rafinose, o estearato de polioxietileno, os ésteres de poliglicerol e o glicerol propoxilado esterificado ou EPG (*Esterified Propoxylated Glycerol*).

Os ésteres de sacarose ou poliésteres de sacarose (SPE), têm sido desenvolvidos como substitutos de gordura para uso em alimentos de baixa caloria e como um meio de diminuir os níveis de colesterol no sangue. Conhecido mundialmente pelo seu nome comercial Olestra, este produto

é uma mistura de hexa-, hepta- e octa-ésteres de sacarose com ácidos graxos, cujo número de carbonos varia de 8 a 18. Se o ácido graxo tiver menos do que 10 carbonos, a probabilidade de hidrólise é maior.

As propriedades físicas dos poliésteres de sacarose são similares às da gordura convencional e dependem dos ácidos graxos utilizados na sua síntese. São estáveis durante o aquecimento, mesmo a altas temperaturas, como em frituras, por exemplo. Proporcionam gosto, textura e sensação de gordura na boca, como os da gordura convencional, em uma variedade de produtos, incluindo frituras e produtos de panificação, bem como produtos lácteos.

Os poliésteres de sacarose são aprovados pela FDA desde 1987, para uso como aditivo, substituindo 35% da gordura em gorduras e óleos de uso doméstico e 75% da gordura em frituras para serviços de alimentação e para produção comercial de produtos tipo *snack*.

Já os poliésteres de rafinose consistem de ésteres de trissacarídeos. Suas propriedades físicas são similares às dos poliésteres de sacarose e de óleos vegetais.

O estearato de polioxietileno é um material gorduroso originalmente desenvolvido para uso como emulsificante, contribuindo com apenas 4,2

kcal/g, obtido da fração estearato.

Os substitutos de ésteres poliglicérol têm como álcool um poliglicérol e cadeias de ácidos graxos. Tais produtos se assemelham e têm gosto de gordura, mas contribuem com menos calorias do que as gorduras convencionais. Dependendo do comprimento da cadeia de poliglicérol e do número e tipo das cadeias de ácidos graxos, muitos produtos com propriedades físico-químicas variadas podem ser obtidos. Apenas os ésteres parciais podem ser utilizados como substitutos. Seu uso em pequenas quantidades já oferece características de cremosidade aos alimentos.

Os ésteres de poliglicérol são ingredientes multifuncionais, pois podem ser usados como emulsificantes, substitutos de gordura, como meio de solubilização de vitaminas lipossolúveis para facilitar a incorporação destas em sistemas lipofóbicos, entre outros. Podem ser utilizados em sorvetes, margarinas, gorduras vegetais, coberturas para confeitados, sobremesas e produtos de panificação.

O glicérol propoxilado esterificado (EPG) consiste de compostos termoestáveis e não calóricos, cuja estrutura é similar à da gordura convencional. Para produzir um triglicérido não calórico, a glicérolina reage com o óxido de propileno, dando origem a um poliálcool poliéter que, por sua vez, é esterificado com ácidos graxos. Pode ser utilizado em *spreads*, sobremesas, molhos para saladas e produtos de panificação.

O óleo de jojoba é um líquido fluído a temperatura acima de 100°C, sendo uma mistura de ésteres lineares de ácidos graxos insaturados de cadeia longa e alcoóis graxos, ou seja, os componentes álcool e ácido deste óleo contém, principalmente, 20 a 22 carbonos, sendo que cada um contém uma insaturação. Essa estrutura o torna adequado para uso como substituto de gorduras. Várias pesquisas foram desenvolvidas para verificar a digestibilidade do óleo de jojoba, que não é afetado por lípases que hidrolisam óleos e gorduras vegetais e animais, sendo, portanto, não metabolizado. Pode ser utilizado em molhos para salada e óleos de mesa. O sabor e estabilidade são comparáveis aos óleos de soja, açafrão e gergelim.

NOVAS PERSPECTIVAS

Outros substitutos de gordura têm sido desenvolvidos, tais como os triglicéridos de cadeia média (TCM), os lipídios estruturados, os próprios emulsificantes e outras misturas funcionais.

O óleo de coco, por exemplo, que tem uma grande porcentagem de ácidos graxos de 6 a 10 carbonos, é uma boa fonte de triglicéridos de cadeia média.

O TCM é recomendado para pessoas que não podem consumir triglicéridos que contenham ácidos graxos de cadeia longa. Pode ser utilizado a temperaturas relativamente altas e tem valor calórico um pouco inferior ao da gordura normal. Ao contrário de outras gorduras, é utilizado como fonte de energia imediata, tal como os carboidratos, e apresenta baixa tendência de incorporar-se ao tecido adiposo. Geralmente, é reconhecido como produto GRAS.

O TCM é líquido em temperatura ambiente, tem baixa viscosidade, é insípido e inodoro, incolor e resistente a oxidação, devido a saturação de seus ácidos graxos. Também é muito estável a temperaturas extremas, ou seja, permanece a baixa viscosidade mesmo depois de uso prolongado a temperaturas de fritura, enquanto os óleos convencionais formam polímeros, aumentando sua viscosidade. Sob essas condições, a viscosidade do TCM chega apenas ao nível de um óleo convencional não aquecido. Por outro lado, a temperaturas extremamente baixas, permanece líquido, não necessitando de aquecimento para fundi-lo.

O TCM é utilizado como solvente, substituindo óleos vegetais, propileno-glicol, triacetina, óleo mineral e ácido benzílico, sendo aplicado como meio de solubilização de compostos lipossolúveis (sabores, corantes, vitaminas e fármacos), facilitando sua incorporação em outros sistemas. É utilizado também em confeitados, frutas secas e alimentos de baixa caloria, molhos para saladas, produtos de panificação, alimentos congelados, queijos, etc.

Outro substituto de gordura recomendado para uso é o lipídio estrutu-

rado que, na verdade, consiste de TCM que foi interesterificado com um ácido graxo de cadeia longa. Um exemplo é o produto comercialmente disponível como Caprenin e que consiste em um triglicérido de baixa caloria formado pela esterificação do glicérol com três ácidos graxos: caprílico (C8:0), cáprico (C10:0) e behênico (C22:0). Possui propriedades funcionais similares as da manteiga de cacau, podendo substituir parte da mesma em produtos como balas e coberturas para confeitados. É considerado um produto GRAS pela FDA e fornece 5 kcal/g de caloria.

Uma outra família de substitutos de gordura é formada pela mistura de ácidos graxos de cadeia longa (geralmente esteárico) com ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico) esterificados ao glicérol. Essa família, conhecida comercialmente como Salatrin, fornece as mesmas propriedades físicas das gorduras, mas com aproximadamente metade das calorias de uma gordura normal, pois os ácidos graxos de cadeia curta fornecem menos calorias por unidade de peso do que os ácidos graxos de cadeia longa. São produzidas pela interesterificação de óleos vegetais altamente hidrogenados com triglicéridos de ácidos acético, propiônico e butírico. A mistura resultante contém distribuição de ácidos graxos representativa do material inicial distribuído ao acaso no glicérol. Fornecem aproximadamente 5 kcal/g.

Os emulsificantes são outra classe de substitutos de gordura em alimentos. Eles agem como auxiliares das propriedades da gordura, fazendo com que pouca quantidade de gordura associada aos emulsificantes apresentem o mesmo efeito do que quantidades maiores de gordura sem o auxiliar. Existem muitos tipos de emulsificantes que diferem entre si por suas estruturas, propriedades físicas e metabólicas. Os principais emulsificantes baseados em lipídios incluem mono e diacilglicéris, estearoil lactato de sódio e lecitina. Apesar desses compostos fornecerem 9 kcal/g, como as gorduras convencionais, reduzem o conteúdo de gordura e valor calórico do produto no qual são utilizados, pois podem ser aplicados em quantidades menores na sua formula-

ção. Substituem as gorduras vegetais, total ou parcialmente, em misturas para bolo, biscoitos, glâçes e produtos lácteos.

As misturas funcionais também estão incluídas entre os substitutos de gordura. Trata-se de ingredientes formulados para atingir características específicas. Um exemplo é o Prime-o-Lean, matriz cuja formulação contém água, óleo de canola parcialmente hidrogenada, plasma de carne bovina hidrolisado, farinha de mandioca e alginato. É definido como um tecido adiposo artificial, sendo um composto que absorve água e funciona como gordura em produtos cárneos.

produto final. É considerado GRAS pela FDA e utilizado em produtos cárneos, principalmente embutidos e hambúrgueres.

LEGISLAÇÃO

A literatura demonstra que substitutos de gordura, em geral, não apresentam riscos à saúde. De acordo com a FDA, os substitutos de gordura são divididos em duas categorias: aditivos alimentares ou substâncias com a afirmação GRAS.

Os substitutos feitos com combinação de ingredientes já existentes, como amidos, fibras, gomas ou pro-

reações enzimáticas.

Uma substância recebe a denominação GRAS após ser utilizada e pesquisada por longo tempo, mostrando-se ser segura à saúde humana. Exemplos de substâncias GRAS usadas como substitutos de gordura são dextrinas, goma guar, goma arábica e proteínas microparticuladas, Simplese, Olestra, Slendid, polidextrose, Caprenin, N-Oil, Avicel, Stellar e Oatrin.

A Resolução nº 04, de 24 de novembro de 1988, reviu as tabelas de aditivos do Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965, e permitiu a utilização entre os estabilizantes e/ou espessantes, dos seguintes aditivos: amidos modificados,

celulose microcristalina, carboximetilcelulose, goma arábica, goma guar e goma xantana.

Os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) dos Produtos Lácteos estabelecem os substitutos de gordura que podem ser utilizados como aditivos nestes produtos. Para os queijos são permitidos: carboximetilcelulose, carragenina, gomas (guar, alfarroba ou jataí, xantana, karaya, arábica), agar, pectina ou pectina amidada e amidos modificados. No caso dos leites fermentados, os substitutos de gordura que tem uso autorizado incluem as gomas carragena, alfarroba, jataí, guar,

traçacanto, arábica, acácia, xantana, karaya, gelana e konjac, celulose microcristalina, metilcelulose, hidroxipropilcelulose, metiletilcelulose, carboximetilcelulose sódica, pectinas e pectina amidada.

A legislação brasileira preconiza a adição de 5g de substituto de gordura/kg de produto.

* Márcia Fani, jornalista, editora da revista Aditivos & Ingredientes.



Outro exemplo é o Lean-maker, à base de farelo de aveia, com especiarias e condimentos. O farelo de aveia é o produto que melhor se aplica em produtos cárneos quando se trata de substituir a gordura, pois proporciona a mesma textura, sabor e suculência de produtos que contém gordura, além de reter a umidade, não deixarem sabor residual de cereal e, ainda, fornecer uma pequena quantidade de fibra ao

teínas, que são amplamente utilizados na indústria alimentícia, não necessitam de aprovação especial. Muitos destes produtos são resultado de técnicas comerciais de aquecimento, acidificação e mistura de ingredientes comuns encontrados em alimentos, como carboidratos, proteínas de ovo e leite e/ou água, para imitar as propriedades organolépticas das gorduras. Outros processos envolvem

EL DESARROLLO DE SUSTITUTOS DE LA GRASA

La grasa es un término genérico para una clase de lípidos. Es producida por procesos orgánicos, tanto vegetales como animales, y consta de un gran grupo de compuestos generalmente solubles en solventes orgánicos e insolubles en agua. Su insolubilidad en agua debido a su estructura molecular, caracterizado por largas cadenas carbónicas.

Químicamente, la grasa es sintetizada por la unión de tres ácidos grasos de una molécula de glicerol, formando un triésteres. Se llama triglicéridos, triglicérida o, más correctamente, de triacilgliceroles. Puede ser sólido o líquido a temperatura ambiente, dependiendo de su estructura y su composición. Por lo general, el término "grasa" se refiere a los triglicéridos en su estado sólido, mientras que el término aceite, los triglicéridos en el estado líquido.

La grasa es un ingrediente importante para los aspectos sensoriales y tecnológicos de los alimentos. Desempeña un papel importante en la determinación de los cuatro principales características organolépticas de los productos alimentarios, es decir, la apariencia (brillo, transparencia, color, uniformidad de la superficie y cristalinidad), la textura (viscosidad, elasticidad y dureza), el sabor (intensidad de *flavor*, liberación de *flavor*, perfil de sabor y desarrollo de *flavor*) y en *mouthfeel* (derretimiento, cremosidad, lubricidad, espesor y grado de *mouth-coating*).

En los últimos años, la grasa ha sido asociado con enfermedades cardiovasculares, determinados tipos de cáncer, la diabetes y la esperanza de vida más corta, enfermedades que son estadísticamente correlacionados con la obesidad.

Esta asociación ha motivado el repentino interés por productos alimenticios con menos o cero grasa. Para satisfacer esta demanda en el mercado, la industria alimentaria ha invertido en la producción de variantes de bajo contenido de grasa con características sensoriales que parecieran a los productos estándar, es decir, a los alimentos con grasa.

Por definición, los sustitutos de grasa representa un grupo discrepante de ingredientes de los que no es fácil ofrecer una clasificación simple. Incluso porque algunos grupos incluyen los subgrupos de los ingredientes y la estructura química propiedades funcionales similares, mientras que otros grupos contienen sólo uno o dos ingredientes desarrollados.

Los sustitutos de grasa pueden clasificarse en tres categorías principales: basada en proteínas, basada en carbohidratos y compuestos sintéticos.

Los sustitutos de grasa basados en proteínas son productos con aplicación limitada por no poder utilizarse para productos de panadería y para freír, debido a las altas temperaturas que alcanza en estos procesos. Generalmente son derivados de proteínas encontrados en el huevo, la leche, el maíz y otros alimentos. Cuando se encuentra en altas concentraciones (por encima del 10%), las proteínas de suero de leche tienen propiedades funcionales para ser utilizado como un sustituto de grasa. Estos concentrados de proteínas son consideradas como GRAS (*Generally Recognized as Safe*) por la FDA. (*Food and Drug Administration*) y se utilizan en la mayoría de los sustitutos basados en proteínas.

Los sustitutos de grasa basada en proteínas puede ser utilizado en formulaciones de postres, yogur, queso, helado, mayonesa, margarina y salsas.

Los carbohidratos y los productos a base de carbohidratos han sido utilizados para reemplazar total o parcialmen-

te (50% a 100%), aceites y grasas en una amplia variedad de alimentos.

Los carbohidratos proporcionan 4kcal/g, pero como sustitutos basados en éstos se utilizan por lo general en 25% o 50% en las soluciones en formulaciones de alimentos, tiene solamente 1 kcal/g o 2kcal/g en el producto final.

En el grupo de los sustitutos de grasa basada en carbohidratos se encuentran dextrinas, almidón modificado, polidextrosa, gomas, entre otros; son termoestables y puede ser utilizado en productos de panadería.

Los sustitutos de grasa sintéticos son sustancias similares a las grasas, pero resistente a la hidrólisis por las enzimas digestivas.

Otros sustitutos de grasa se han desarrollado, tales como los triglicéridos de cadena media (TCM), los lípidos estructurados, emulsionantes si mismos y otras mezclas funcionales.

La literatura muestra que sustitutos de la grasa, en general, no presentan un riesgo para la salud. Según la FDA, los sustitutos de la grasa se dividen en dos categorías: los aditivos alimentarios o sustancias con la afirmación GRAS. La legislación brasileña recomienda la adición de 5g de grasa/kg de producto sustituto.