

SUBSTITUTOS DE GORDURA EM ALIMENTOS

A crescente preocupação com a relação entre saúde e alimentação e manutenção do peso saudável impulsionou o mercado de alimentos com reduzido valor energético. Os substitutos de gordura representam uma ampla classe de compostos químicos com variáveis propriedades tecnológicas, sensoriais e funcionais. A indústria de alimentos tem procurado por substitutos que atendam a exigência dos consumidores e mantenham as características dos produtos convencionais, como textura, sabor e aroma.

A GORDURA NOS ALIMENTOS

A gordura é um elemento de grande importância na alimentação humana devido às suas propriedades nutricionais, funcionais e organolépticas. É vital para o metabolismo pleno do organismo humano, pois fornece ácidos graxos essenciais necessários à estrutura das membranas celulares e prostaglandinas e também serve como transportadora das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K₂. As gorduras provenientes da dieta correspondem em média de 40% a 45% do consumo de calorias diárias dos indivíduos, sendo que pequenas variações dependem principalmente da localização geográfica, hábitos e fatores socioeconômicos.

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. As gorduras têm sua cadeia “quebrada” no organismo pela ação da lipase, produzida pelo pâncreas.

Quimicamente, as gorduras são sintetizadas pela união de três ácidos graxos a uma molécula de glicerol, formando um triéster. São chamadas de triglicerídios, triglicérides ou mais corretamente de triacilgliceróis. Podem ser sólidas ou líquidas 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.

O nível de gordura determina as características nutricionais, físicas, químicas e sensoriais dos alimentos.

Fisiologicamente, as gorduras têm três funções básicas nos alimentos:

agem como fonte de ácidos graxos essenciais (ácidos linolênico e linoléico); agem como portadores de vitaminas solúveis em gordura (A, D, E e K); e são fonte importante de energia.

Do ponto de vista nutricional, apenas as duas primeiras funções podem ser consideradas como essenciais, uma vez que outros nutrientes, ou seja, carboidratos e proteínas, podem agir como fontes de energia. Normalmente, até mesmo as dietas muito baixas em gordura podem satisfazer essas exigências. Isso mudou o estilo de vida das pessoas durante o passar dos anos, ou seja, as exigências com relação a energia oriunda dos alimentos diminuiu significativamente. Ao mesmo tempo, a proporção de energia derivada da gordura, a qual o consumo além de ser a fonte mais concentrada de energia tem outros efeitos adversos em saúde, permaneceu alta.

A função nutricional da gordura em alimentos não estaria completa sem mencionar o seu aspecto fisiológico/psicológico, principalmente quanto ao papel da gordura na obtenção da saciedade. Pesquisas têm demonstrado que o consumo de gordura está associado a um estado subsequente de “saciedade”, de tal forma que, implicitamente, a redução de gordura poderia conduzir a uma compensação de energia e ao aumento do consumo de alimentos. Porém, deve-se salientar que a maioria dos estudos sobre saciedade foram realizados utilizando substitutos de gordura não calóricos e não absorvíveis, como poliésteres de sacarose, por exemplo. Tais substitutos de gordura não foram aprovados para uso em alimentos e, conseqüentemente, esses estudos não

retratam a realidade atual do mercado onde são usadas gorduras miméticas para reduzir o conteúdo de gordura dos produtos alimentícios.

As funções físicas e químicas da gordura em produtos alimentícios podem ser agrupadas, uma vez que a natureza química das gorduras determina, mais ou menos, 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, e a sua configuração molecular, bem como o estado polimórfico da gordura, 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 (de - emulsificação, migração ou separação de gordura), estabilidade química (rancidez ou oxidação) e estabilidade microbiológica (atividade de água e segurança). As gorduras têm uma função importante na determinação das quatro principais características sensoriais de 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, lubricidade, espessura e grau

de *mouth-coating*). Assim, a redução de gordura em produtos alimentícios deve levar em consideração o seu papel multifuncional, particularmente, sua presença na matriz do alimento é fator determinante de suas propriedades químicas, físicas e sensoriais, bem como de suas características de processamento. A importância relativa das diferentes funções da gordura no alimento varia de acordo com cada produto alimentício e do tipo de gordura usado. Quanto maior o número das características de qualidade determinadas pela gordura,



mais acentuado será seu efeito, e mais complexo se tornará o *approach* requerido quando uma parte significativa da gordura for substituída.

OSTIPOS DE GORDURAS

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.

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 zig-zague; quanto maior a quantidade de átomos de carbono mais longa será

a cadeia. 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. Isso 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 (-CH=CH-) e de forma alternada, isto é, um único átomo de carbono só forma uma dupla ligação (do tipo -CH=CH-CH=CH- e nunca -CH=C=CH).

A dupla ligação pode ter duas configurações; se o ácido graxo adquirir uma forma “linear”, é dito que a ligação tem

uma “configuração *trans*”, mas se o ácido graxo forma uma “quina” a ligação possui “configuração *cis*”.

Uma configuração *cis* quer dizer que os átomos de carbonos 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 é a curva do ácido graxo. Um notável papel desempenhado pela ligação *cis* ocorre nas membranas biológicas; como essas membranas são constituídas por lipídios e, na sua maioria, possuem ácidos graxos como constituintes estruturais, o número total de ligações *cis* em uma membrana influenciará sua fluidez (flexibilidade).

Já uma configuração *trans*, por sua vez, significa que os dois átomos de carbonos 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. Em outros termos, são um tipo específico de gordura formada por um processo de hidrogenação natural (ocorrido no rúmen de animais) ou industrial. Estão presentes principalmente nos alimentos industrializados. 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 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.

Os ácidos graxos *trans* não são sintetizados no organismo humano, sendo resultantes da hidrogenação.

O objetivo desse processo é adicionar átomos de hidrogênio nos locais das duplas ligações, eliminando-as. Contudo, a hidrogenação é geralmente parcial, ou seja, há a conservação de algumas duplas ligações da molécula original e estas podem formar isômeros, mudando da configuração *cis* para *trans*.

Existem dois tipos de hidrogenação. A biohidrogenação, que ocorre quando os ácidos graxos ingeridos por ruminantes são parcialmente hidrogenados por sistemas enzimáticos da flora microbiana intestinal destes animais. Já a hidrogenação industrial mistura hidrogênio gasoso, óleos vegetais poliinsaturados, um catalisador (geralmente Ni), sob pressão e temperatura apropriadas.

Esse processo resulta em ácidos graxos com ponto de fusão mais alto, devido à orientação linear nas moléculas *trans* e ao aumento no índice de saturação, e maior estabilidade ao processo de oxidação lipídica.

As gorduras *trans* são muito utilizadas em alimentos industrializados por aumentar sua validade; contudo, são extremamente nocivas para o organismo. Embora alguma gordura *trans* seja encontrada na natureza (no leite e gordura de ruminantes, como vaca e carneiro), por influência de uma bactéria presente no rúmen desses animais, a maioria é formada durante a manufatura de alimentos processados.

Em muitas áreas, a gordura *trans* dos óleos vegetais parcialmente hidrogenados substituiu a gordura sólida e óleos líquidos naturais. Os alimentos que mais provavelmente contêm gordura *trans* são frituras, molhos de salada, margarinas, entre outros alimentos processados.

As gorduras *trans* 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. Isso aumenta as chances do aparecimento de um ateroma, ou seja, de uma placa de gordura no

interior das veias e artérias, podendo causar infarto ou derrame cerebral. Está associada também à obesidade, visto que é utilizada em larga escala em quase todos os alimentos.

OS SUBSTITUTOS DE GORDURA

Apesar da sua importância na saúde, a gordura tem sido associada a doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, diabetes e expectativa de vida mais curta, que por sua vez são correlacionadas estatisticamente com obesidade. Para satisfazer o desejo dos consumidores por produtos com sabor e textura da gordura e, ao mesmo tempo, reduzir as calorias, pesquisadores têm desenvolvido numerosos substitutos de gordura, os quais contribuem com menos calorias nas formulações de alimentos sem alterar sabor, viscosidade e outras propriedades organolépticas da gordura.

Durante anos, diferentes termos tem sido utilizados para ingredientes desenvolvidos especificamente para substituição de gordura em alimentos. Isto tem gerado uma certa confusão na literatura com relação a terminologia usada para os ingredientes substitutos de gordura. Assim, torna-se necessário seguir uma aproximação mais sistemática com relação a sua terminologia.

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, como o Olestra.

A principal diferença prática entre as combinações sintéticas e outros ingredientes lançados com a finalidade de substituição de gordura, consistia apenas 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 (imitar) algumas características físicas e sensoriais associadas com a presença de gordura no alimento. Consequentemente, o termo “gordura mimética” foi criado para distinguir este 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, pode-se definir esses termos da seguinte forma:

Fat replacer (substituto de gordura): é um termo genérico para descrever qualquer ingrediente que substitua gordura; *Fat substitute* (substituto de gordura sintético): é um composto sintético projetado para substituir gordura em igualdade de peso (*weight-by-weight*), apresentando uma estrutura química semelhante à gordura, mas resistente à hidrólise pelas enzimas digestivas; *Fat mimetic* (gordura mimética): é um substituto de gordura que necessita de alto conteúdo de água para atingir sua funcionalidade; *Low calorie fat* (gordura de baixa caloria): é um triglicerídeo sintético que combina ácidos graxos não convencionais na cadeia principal glicerol, resultando em valor calórico reduzido; *Fat extender* (extensor de gordura): é um sistema de substituição de gorduras e/ou óleos convencionais, combinados com outros ingredientes.

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 atender algumas propriedades funcionais associadas à gordura em um determinado produto.



da gordura em alimentos. O conteúdo de gordura de um produto pode ser diminuído substituindo-o, total ou parcialmente, por um componente menos energético. O modo clássico é utilizar agentes espessantes; porém, há o inconveniente destes produtos serem considerados aditivos.

Vários substitutos de gordura têm sido desenvolvidos. Tais produtos devem ter analogia funcional às gorduras que substituem, serem livres de efeitos tóxicos e não produzirem metabólitos diferentes daqueles produzidos pela gordura convencional, ou serem completamente eliminados do organismo.

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

Existem outras categorias além das citadas, como por exemplo, substitutos baseados em gorduras de compostos hidrossolúveis, ou ainda, hidrocolóides, grupo onde a maioria dos substitutos se enquadra, com exceção dos compostos sintéticos e emulsificantes.

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 nestes 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.

Estas reações são altamente específicas e se alteram de acordo com a

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. Em resumo, uma aproximação sistemática baseada em uma única característica ou características não pode ser usada, porque seriam excluídos muitos ingredientes.

Assim, existem muitas alternativas disponíveis para substituição ou redução

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 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 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 2,0µm). É muito importante o tamanho de partículas desta ordem, pois até 3µm 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.

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

SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM CARBOIDRATOS

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 4kcal/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 consequente 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 gordura baseados em carboidratos.

O amido degradado a compostos de menor peso molecular com DE (dextrose equivalente) mais baixos 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 (2µm) têm potencial como substitutos de gordura. Este 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, como também 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 ideia 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. Pectinas com baixo teor de metoxilas (grau de metilação menor que 50%) formam géis termorreversíveis elásticos que simulam consideravelmente os efeitos da gordura.

Na decisão de qual goma utilizar, devem ser considerados 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 gorduras.

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”; a ligação éster pode ser reduzida a uma ligação éter.

Uma outra maneira de desenvolver 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 substituto 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 tem menos 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 poliglicerol têm como álcool um poliglicerol 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 poliglicerol 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 poliglicerol 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 confeitos, sobremesas e produtos de panificação.

O glicerol propoxilado esterificado (EPG) consiste de compostos termoestáveis e não calóricos, cuja estrutura é similar à da gordura convencional. Para produzir um triglicerídeo não calórico, a glicerina reage com o óxido de propileno, dando origem a um poliálcool poliéster, 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. Esta 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 lipases que hidrolisam óleos e gorduras vegetais e animais, sendo, portanto, não metabolizados.

Pode ser utilizado em molhos para salada e óleos de mesa. O sabor e estabilidade são comparáveis aos óleos de soja, açafrão e gergelim.

Além disso, existem possibilidade do óleo de jojoba ser um agente redutor de colesterol.

OUTROS TIPOS DE SUBSTITUTOS DE GORDURA

Outros substitutos de gordura têm sido desenvolvidos, tais como os triglicerídeos 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 triglicerídeos de cadeia média.

Os TCM's são recomendados para pessoas que não podem consumir triglicerídeos que contenham ácidos graxos de cadeia longa.

Os TCMs podem ser utilizados a temperaturas relativamente altas e tem valor calórico um pouco inferior ao da gordura normal. Ao contrário de outras gorduras, são utilizados como

fonte de energia imediata, tal como os carboidratos, e apresentam baixa tendência de incorporar-se ao tecido adiposo. Geralmente são reconhecidos como produtos GRAS.

Os TCMs são líquidos à temperatura ambiente, têm baixa viscosidade, são insípidos e inodoros, incolores e resistentes à oxidação devido à saturação de seus ácidos graxos. Também são muito estáveis a temperaturas extremas, ou seja, permanecem 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 dos TCMs chega apenas ao nível de um óleo convencional não aquecido. Por outro lado,



a temperaturas extremamente baixas, permanecem líquidos, não necessitando de aquecimento para fundi-los.

Os TCMs são utilizados como solvente, substituindo óleos vegetais, propilenoglicol, triacetina, óleo mineral e ácido benzílico, sendo aplicados como meio de solubilização de compostos lipossolúveis (sabores, corantes, vitaminas e fármacos), facilitando sua incorporação em outros sistemas. São utilizados também em confeitos, 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 estruturado que, na verdade, consiste de TCMs que foram interesterificados com um ácido graxo de cadeia longa.

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 glicerol. São produzidas pela interesterificação de óleos vegetais altamente

hidrogenados com triglicerídeos de ácidos acético, propiônico e butírico. A mistura resultante contém distribuição de ácidos graxos representativa do material inicial distribuído ao acaso no glicerol. Fornecem aproximadamente 5kcal/g.

Os emulsificantes são outra classe de substitutos de gordura em alimentos. 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 e propriedades físicas e metabólicas. Os principais emulsificantes baseados em lipídios incluem mono e diacilgliceróis, estearoil lactato de sódio e lecitina. Apesar destes 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 formulação. Substituem as gorduras vegetais, total ou parcialmente, em misturas para bolo, biscoitos, glacês 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. 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 produto final. É considerado GRAS pela FDA e utilizado em produtos cárneos, principalmente embutidos e hambúrgueres.