ÁCIDOS ALIMENTÍCIOS

APLICAÇÕES

Além da sua principal função, que é aumentar a acidez dos alimentos e/ou lhes conferir sabor acre, os ácidos alimentícios, também chamados de agentes acidulantes, desempenham várias funções, podendo ser utilizados como aromatizantes, reguladores de pH e agentes tamponantes, agentes de fermentação, entre outras.

DEFINIÇÃO

Os ácidos alimentícios são definidos como substâncias adicionadas a gêneros alimentícios com a função de intensificar o gosto ácido (azedo) de alimentos e bebidas. Além de alterar a acidez dos alimentos, essas substâncias também desempenham outras funções como regulador de pH, atuando como tampão nas mais diversas etapas do processamento de alimentos e diminuindo a resistência de microorganismos; agente flavorizante, disfarçando gostos desagradáveis de outras substâncias e tornando o alimento mais saboroso; e conservantes, controlando o crescimento e desenvolvimento de bactérias patogênicas e seus esporos. Além disso, impedem o escurecimento dos alimentos, modificam a textura de confeitos, realçam a cor vermelha das carnes, contribuem para a extração da pectina e pigmentos de frutas e vegetais, alteram o sabor doce em alguns alimentos, evitam a cristalização indesejada do açúcar, potencializam a ação conservante do grupo benzoato e estabilizam o ácido ascórbico.

Iogurte

No processamento de alimentos são usados ácidos orgânicos, tais como o ácido cítrico, e inorgânicos, como o ácido fosfórico e outros. São adicionados, também, os sais desses ácidos, principalmente os sais de sódio para controle de pH (acidez ativa) e do gosto, assim como outras propriedades desejáveis no produto manufaturado.

Os ácidos utilizados em tecnologia alimentar podem ser encontrados *in natura*, obtidos a partir de certos processos de fermentações ou por sínteses. No primeiro caso, encontram-se os ácidos cítrico e tartárico; por fermentação são obtidos os ácidos cítricos, láctico, acético e fumárico; e por meio de síntese, são fabricados os ácidos málico, acético e fosfórico.

PRINCIPAIS FUNÇÕES E APLICAÇÕES

Balas

Na indústria de alimentos, os ácidos alimentícios desempenham diversas funções. Como já mencionado anteriormente, são aromatizantes, reguladores de pH e agentes tamponantes, agentes de fermentação, entre outros.

A função de aromatizante é, sem dúvida, uma das principais. Cada um dos ácidos difere em termos de intensidade e duração do sabor ácido, ou seja, cada um possui suas próprias características. Essas características de sabor incluem o momento no qual é percebido o sabor ácido, sua intensidade e a duração na qual o sabor subsiste. Como regra geral, em pH equivalente, os ácidos fracos apresentam um sabor ácido mais forte por existirem primeiramente no estado não dissociado. É a molécula não dissociada a responsável pelo sabor.

As variações e alternativas são numerosas. Balas com sabor limão e refrigerantes são tradicionalmente muito ácido, enquanto que produtos com sabor laranja ou cereja tem sabor menos ácido. Sabores como morango, melancia e frutas tropicais somente requerem uma pitada de acidez.

Por isso, os ácidos são usados para determinados sabores e não para outros. O ácido fosfórico, por exemplo, é utilizado em bebidas à base de cola, mas não em bebidas com sabor de frutas. Já o ácido tartárico tem, tradicionalmente,

seu uso limitado em produto com sabor de uva, embora possa ser utilizado em outros aromas.

Os ácidos cítricos e tartáricos apresentam perfis sensoriais bastante similares: gosto idêntico, percepção imediata e acentuada, porém, com pouca persistência no tempo. O ácido málico apresenta gosto forte, porém sua percepção não é tão imediata e seu sabor é mais duradouro. O ácido láctico tem sabor sutil, suave, às vezes descrito como ligeiramente salino. O ácido fosfórico é um meio termo entre a acidez pronunciada da fruta (ácido cítrico) e a suavidade do ácido láctico. O ácido acético é um dos sabores mais conhecidos, tem gosto de vinagre.

O ácido pode também ser usado para mascarar aromas não desejados. Os ácidos cítrico e málico, assim como os sais de citrato, são conhecidos por disfarçarem bem o gosto desagradável da sacarina. Os sais de gluconato e o GDL são extremamente eficientes nessa função. Quanto mais o sabor do ácido perdurar, mais poderá ajudar a mascarar o ressaibo de certos adoçantes.

Os ácidos alimentícios também são ótimos reguladores de pH. A acidez expressa-se em valores de pH, variando de pH=1 (ácido) até pH=14 (base). Controlar o pH de alimentos pela adição de um acidulante ajuda a manter a estabilidade do aroma, bem como da flora microbiana. Se o pH de um alimento for inferior a 2,6, poderá ser considerado agre/azedo demais.

Em geral, baixando o pH de um alimento aumenta-se a eficiência de preservativos, como o benzoato de sódio ou o sorbato de potássio, e de antioxidantes, como o ácido ascórbico.

O mesmo acontece com o ácido fosfórico, seguido pelos ácidos tartárico, cítrico, málico e láctico. O ácido acético é o menos eficaz quando se trata de baixar o pH de um sistema alimentício.

As sobremesas de gelatina geralmente requerem um pH ajustado para 3,5 para garantir o aroma e a consistência. Na prática, pode variar entre 3,0 e 4,0. Os ácidos adípico ou fumárico são normalmente usados nas gelatinas empacotadas para venda no varejo. Por terem baixa higroscopicidade, permitem o uso de embalagens menos resistentes à umidade e, consequentemente, são menos onerosos.

Em geleias, a firmeza do gel formado pelas pectinas depende de um rígido controle do pH. A adição de sais, como o citrato de sódio ou o fosfato de sódio, ajudam a manter o pH dentro dos limites críticos, dependendo do tipo de pectina usada. O ácido deve ser adicionado o mais tarde possível no processo; uma adição prematura resultará na hidrólise parcial da pectina e, consequentemente, na fraqueza da consistência do produto acabado. O ácido é adicionado em solução a 50%, ou seja, é necessário dispor de ácido na forma líquida. Normalmente, usa-se ácido cítrico para essa aplicação, mas os ácidos málico e tartárico podem perfeitamente ser usados.

Outra aplicação dos ácidos alimentícios é como agente tamponante. A resistência na modificação de pH de um sistema é geralmente chamada de *buffering capacity* ou capacidade tampão. Trata-se de um parâmetro crítico em muitos produtos alimentícios, pois um pH flutuante pode apresentar efeitos adversos sobre o aroma, a cor ou a estabilidade microbiana. Essa capacidade tampão é, às vezes, necessária para manter certos processos de fermentação ácida.

Os agentes tamponantes comumente usados em sistemas alimentícios e de bebidas são combinações de ácido fraco/sal, tais como ácido cítrico/citrato de sódio ou ácido láctico/lactato de sódio. A relação ácido/sal pode ser ajustada para se obter diferentes faixas de pH.

A capacidade tampão aumenta na medida em que a concentração molar, ou molaridade, da solução ácido/sal aumenta. A capacidade tampão é expressa como a molaridade de hidróxido de sódio necessária para aumentar o pH de 1. Quanto mais próximo for o pH tampão do pKa do ácido, maior será a capacidade tampão.

O ácido cítrico apresenta a maior faixa tampão. O ácido málico também é efetivo como agente tamponante, enquanto que o ácido fosfórico apresenta a menor capacidade de atuar como agente tamponante.

Os ácidos alimentícios também podem ser utilizados como agentes de fermentação. A produção de gases em produtos de panificação e outros tipos de alimentos tem papel fundamental na textura e apresentação do produto final. Os sistemas de fermentação química produzem dióxido de carbono através da reação de carbonato ou bicarbonato de sódio e um componente ácido. O controle da ação de fermentação no decorrer do processo de produção é crítica para a qualidade do produto final. O ideal é um agente de fermentação que reaja suavemente com o bicarbonato de sódio para assegurar o volume, textura e gosto desejados. Os ácidos de fermentação e sais ácidos variam quantitativamente em suas capacidades de neutralização.

A velocidade da reação com o agente ácido de fermentação varia de uma massa para outra. A performance pode ser medida através de testes.

Alimentos em conserva

O percentual de dióxido de carbono produzido, comparado com o total disponível, resulta na taxa de reação da massa. Pode ser função do agente ácido utilizado, bem como de certas propriedades físicas, como o tamanho das partículas, por exemplo.

Como agentes de preservação, os ácidos alimentícios são aplicados para diminuir o ritmo de crescimento das bactérias. O efeito inibidor no crescimento microbiano depende muito do pH do ácido em questão. Alguns acidulantes inibem o crescimento bacteriano não somente por reduzir o pH, mas também através de interferências específicas no metabolismo de crescimento microbiano. Muitos desses acidulantes conservadores são encontrados naturalmente em alimentos, especialmente em produtos fermentados. Em outros alimentos, a adição de um ácido cria esse efeito preservativo.

Os ácidos acético e láctico são muito mais eficientes na inibição do crescimento microbiano do que os ácidos cítrico e tartárico.

Além das funções citadas acima, alguns ácidos apresentam excelentes qualidades como agentes aceleradores de cura, especialmente para produtos processados à base de carne. Nos Estados Unidos, os produtos aprovados para esta finalidade são o ácido fumárico, o GDL e o ácido cítrico (ou citrato de sódio).

Alguns ácidos também podem agir como agentes sequestrantes. A adição de ácido cítrico em óleos, por exemplo, tem por efeito sequestrar os íons metálicos, ajudando os antioxidantes na prevenção de determinados aromas paralelos, como a rancidez.

É importante observar que a solubilidade e a higroscopicidade dos diferentes ácidos alimentícios também são fatores importantes na hora da escolha. O ácido fumárico, por exemplo, possui baixa solubilidade em água fria. Essas propriedades não somente afetam o produto acabado como também o processo como um todo.

A solubilidade também pode ser postergada pelo uso da técnica de encapsulação. Assim, o material da cápsula pode ser formulado de tal maneira a soltar o ácido com um aumento de temperatura, na presença de água ou de óleo, ou por emulsificação.

Geleia

Os ácidos alimentícios mais solúveis são também os mais higroscópicos; absorvem facilmente a água, embolotam ou endurecem quando expostos a um ambiente de alta umidade, o que afeta diretamente o manuseio e o *shelf life*.

A legislação brasileira, como a de outros países, estabelece limites de acidez para determinação de produtos alimentícios. Essa acidez pode ser expressa em ácido tartárico, no caso do suco de uva, em ácido cítrico, no de laranja, em ácido málico, no caso de maçãs, e em ácido acético, no caso de vinagre.

Na Resolução n° 386, de 5 de agosto de 1999, apresentam-se as atuais codificações pertinentes aos ácidos alimentícios.

INS	ACIDULANTE
260	Ácido acético
270	Ácido láctico
296	Ácido málico
297	Ácido fumárico
330	Ácido cítrico
574	Ácido glucônico
575	Glucona-delta lactona

A Resolução - CNNPA n° 12, de 1978, trata dos parâmetros de qualidade e identidade de pó para o preparo de alimentos, sendo que no item classificação pode ser encontrado produtos onde são aplicados acidulantes como aditivos.

A Portaria n° 39, de 13 de janeiro de 1998, apresenta as quantidades de acidulantes permitidas em adoçantes de mesa líquidos.

APLICAÇÕES ESPECÍFICAS

Os principais ácidos e seus derivados utilizados na indústria alimentícia são os acético, adípico, cítrico, fosfórico, fumárico, láctico, málico, propiônico, sórbico, succínico e tartárico. Dois outros produtos de grande interesse para o setor são a glucona-delta lactona e o ácido lactobiônico.

O ácido acético foi descoberto pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele e sintetizado pela primeira vez em 1843, pelo químico alemão Adolph Kolbe. Seu nome oficial é ácido etanóico, mas ainda é chamado de ácido etílico, TCLP extraction fluid-2, ácido metanocarboxílico, shotgun e ácido acético glacial.

O ácido acético tem sua origem na fermentação acética do álcool. Para ocorrer essa reação, é necessária a presença da bactéria *Acetobacter aceti*, presença de oxigênio e temperatura de 25°C a 30°C. Pode ser obtido também através da oxidação de acetaldeído quando para uso comercial.

É um ácido carboxílico e apresenta-se na forma de um líquido claro, viscoso, com cheiro picante e solúvel em água. Quando resfriado abaixo de 16,7°C, sofre solidificação, formando cristais brilhantes, incolores e transparentes com aspecto de gelo. Devido a esse fato,

o ácido acético, quando puro, recebe o nome de ácido acético glacial.

O ácido acético é usado amplamente para reduzir o pH dos mais variados produtos, controlar o crescimento microbiano ou como aromatizante. Na forma pura é pouco usado na indústria de alimentos, porém é largamente empregado na forma de vinagre, sendo obtido, primeiramente, por fermentação alcoólica e, posteriormente, acética.

Na indústria pesqueira, assim como nos barcos de pesca que não possuem condições de armazenar seus produtos sob refrigeração, a utilização de soluções de ácido acético é muito recomendada e eficiente. Uma concentração de aproximadamente 1.000 a 5.000mg/kg do produto permite a redução de até 10 vezes a flora microbiana presente no produto não tratado, assim como permite a estocagem por até 36 horas sem uso do frio.

É também usado na indústria de conservas.

O ácido acético, presente na natureza sob a forma de acetatos, é o ácido orgânico mais usado, em particular, na fabricação de acetona ou acetatos metálicos.

O anidrido acético é um líquido incolor (ponto de fusão -73°C), usado como agente de acetilação.

O ácido adípico é empregado como acidulante em alimentos de *flavour* delicado, onde uma alteração qualquer pode produzir gosto indesejável.

Possui função tamponante, regularizando o pH. Este ácido é empregado na área de refrigerantes de frutas, pós para alimentos, na fabricação de queijos moles e como agente indutor para a formação de géis para a imitação de geleias e gelatinas.

O ácido cítrico é amplamente presente na natureza, sendo derivado das frutas cítricas. Também está presente em muitas outras frutas, vegetais e, inclusive, no leite. Tem um papel vital no metabolismo tanto dos humanos quanto dos animais durante o ciclo de produção de energia a partir dos alimentos. Nos seres humanos o organismo pode produzir e metabolizar de 1,5 a 2,0 kg de ácido cítrico por dia, na forma de citrato.

O ciclo do ácido cítrico foi descrito pela primeira vez por Sir Hans Adolf Krebs, uma descoberta para a qual este químico inglês, nascido na Alemanha, recebeu o prêmio Nobel de Medicina em 1953.

O suco de limão foi usado durante muitos séculos para produzir drinques refrescantes. Um dos maiores problemas era a deterioração dos limões durante seu transporte. A concentração e cristalização do ácido cítrico a partir de limões foi conseguida pela primeira vez em 1784, pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele, também descobridor do ácido acético e láctico e de muitos outros compostos químicos.

A demanda por ácido cítrico aumentou rapidamente durante o século dezenove e continuou a ser atendida por ácido extraído a partir de frutas cítricas, principalmente na Itália e, mais especificamente ainda, na Sicília. Já na década de 1890, a demanda tinha crescido de tal maneira que existia desequilíbrio com relação à oferta. Além disso, a qualidade do produto não podia ser garantida. Em 1892, Carl Wehmer, reitor em química orgânica na Universidade de Hannover, descobriu que o ácido cítrico podia ser produzido a partir de certos fungos. Essa descoberta foi o primeiro passo para chegar-se a produção de ácido cítrico em larga escala a partir de microorganismos. Porém, não foi antes do ano de 1920, que os pesquisadores norte-americanos e europeus foram capazes de desenvolver meios de produção, em escala industrial, de ácido cítrico a partir do *Aspergillus niger*, um fungo pertencente à mesma família da penicilina. As pesquisas sobre o fungo *Aspergillus niger*, publicadas em 1917, por J. N. Currie, revelaram que o crescimento desse fungo em uma mistura líquida de sacarose, sais e ferro, gerava quantidades substanciais de ácido cítrico. A produção em escala comercial começou em 1923, e essa tecnologia foi rapidamente adotada na Inglaterra, Alemanha, Bélgica e Tchecoslováquia, onde a matéria-prima utilizada era o melaço proveniente da beterraba açucareira. Após 1945, houve grandes melhorias na qualidade das cepas e passou-se também a utilizar a glicose como base, além da sacarose.

O processo pode envolver técnicas de fermentação de superfície ou de imersão, em muitos aspectos bastante similares a utilizada na produção de cerveja.

O ácido cítrico é comercializado como anidro monohidratado e como sal sódico. Na indústria alimentícia é usado como aditivo (acidulante e antioxidante) na fabricação de refrigerantes, sobremesas, frutas em conserva, geleias, doces e vinhos. Também é utilizado na composição de sabores artificiais de refrescos em pó e na preparação de alimentos gelatinosos. Previne a turbidez, auxilia na retenção da carbonatação, potencializa os conservantes, confere sabor frutal característico, prolonga a estabilidade da vitamina C, reduz alterações de cor, realça os aromas e tampona o meio.

Bebida gaseificada

É utilizado, também, em enologia para reequilibrar a acidez dos vinhos com o propósito de estabilizá-los contra uma eventual casse férrica (turvação do vinho devido ao elevado teor de ferro no vinho). Sua adição diminui os riscos de cristalizações tartáricas, pois o sal formado é solúvel, ao contrário do bicarbonato de potássio. A adição de ácido cítrico é autorizada até a dose máxima de 0,5g/l ou desde que o seu teor no

vinho não ultrapasse 1g/l.

Já na indústria de bebidas, o ácido cítrico é o acidulante mais utilizado, sendo extensivamente aplicado em bebidas gaseificadas para dar sabor e propriedades de tamponamento. Sua alta solubilidade também o torna ideal para uso em xarope concentrado. É também utilizado em bebidas não carbonatadas como agente flavorizante e tampão, além de aumentar a eficácia de conservantes antimicrobianos. Modificações, como a adição de sucos e bebidas com baixas calorias, utilizam o ácido cítrico em combinação com sais de citrato. O ácido cítrico é utilizado também em bebidas em pó para realçar o sabor e controlar o pH.

Na indústria de conservas, o ácido cítrico de baixo pH é utilizado para reduzir o processamento térmico e na quelação de metais traços para evitar a oxidação enzimática e a degradação da cor. O uso do ácido cítrico como agente quelante ajuda a preservar a cor natural e impedir a descoloração de cogumelos, feijão e milho em conserva. É também utilizado para realçar o sabor.

Outra aplicação deste ácido alimentício é na indústria de confeitos. Os citratos controlam a inversão de açúcar, otimizam as características de fixação do gel, fornecem acidez e realçam o sabor.

A indústria de doces e geleias é outro exemplo de aplicação, onde é utilizado para fornecer acidez e controlar o pH na gelificação.

No processamento de frutas e vegetais, o ácido cítrico é usado para inibir reações enzimáticas e no rastreamento de oxidação de metal catalisado, o qual pode causar a deterioração da cor e sabor; é usado frequentemente com ácido ascórbico para essa finalidade. A estabilidade de alimentos congelados é otimizada pela presença de ácido cítrico.

O ácido cítrico também é utilizado na indústria de frutos do mar para evitar a descoloração e o desenvolvimento de odores e sabores por quelação dos metais traços que catalisam essas reações. Pode ser usado em conjunto com o ácido ascórbico ou utilizado diretamente na formulação de soluções.

O ácido fosfórico é o único ácido inorgânico na lista dos ácidos usados para fins alimentícios. Existe na natureza principalmente sob a forma de Ca3(PO4)2, como na fosforita; é encontrado, também, como o nitrogênio, em todo organismo animal e vegetal. Os ossos contêm cerca de 60% de Ca3(PO4)2. Na forma elementar pode ser obtido a partir de fosfato de cálcio e coque em presença de areia. O H3PO4 é apenas um de uma série de ácidos fosfóricos que podem ser formados pela hidratação de P4O10. Para distingui-lo dos outros, recebeu o nome de ortofosfórico e sais de ortofosfatos. Entre os outros ácidos que podem ser formados há o ácido pirofosfórico (H4P2O7) e o ácido metafosfórico (HPO3), os quais podem ser obtidos por aquecimento do H3PO4.

Na indústria alimentícia, o ácido fosfórico é principalmente utilizado nas bebidas do tipo cola, em *root beer* e algumas outras bebidas carbonatadas.

É utilizado como acidulante para bebidas à base de cola ou de raízes. Usualmente, os refrigerantes à base de cola contêm aproximadamente 0,05% de ácido fosfórico e têm pH de 2,3. A cerveja à base de raízes (*root beer*) tem pH de 5,0 e contém 0,01% de ácido fosfórico. Na relação custo versus benefício, o ácido fosfórico é mais interessante do que outros ácidos orgânicos. Outras vantagens do uso de ácido fosfórico são o sabor efervescente e adstringente; melhora do forte sabor da cola e das raízes; o seu pH baixo melhora o sabor e a estabilidade na estocagem; e o sequestro de íons de metal indesejáveis ajuda a estabilizar o grau de carbonato desejado.

Os fosfatos, outras substâncias químicas que provêm do ácido fosfórico, são usados em outras aplicações alimentícias, sendo a mais conhecida os fermentos em pó. Neles, pode-se usar fosfato de monocálcio monohidratado, fosfato de monocálcio anidro, pirofosfato ácido de sódio ou, ainda, o sulfato de sódio e alumínio, bem como o ácido tartárico e os tartaratos ácidos.

O ácido fosfórico é utilizado durante a manufatura do queijo para diminuir o tempo de processamento e aumentar os níveis de cálcio, especialmente na ricota. É também utilizado em produtos derivados do leite; a manteiga produzida pela acidificação direta do leite com ácido fosfórico tem seu tempo de processamento reduzido e maior tempo de prateleira.

Em gorduras e óleos, o ácido fosfórico age com outros aditivos para prevenir a rancidez por oxidação em margarinas e óleos vegetais; o TCP adicionado à gordura de porco e filtrado, remove cor e absorve o ferro que promove a rancidez; o ácido fosfórico pode ser utilizado no processo de dissolução da goma para a purificação da soja e outros óleos vegetais. Também controla o pH e complexa traços de íons metálicos, como os de ferro, níquel ou cobre, que catalisam o desenvolvimento de rancidez.

O ácido fosfórico ajuda no processo

Gelatina

de clarificação do açúcar. As impurezas são removidas tratando o líquido de açúcar aquecido com ácido fosfórico e cal em um grande tanque raso na presença de ar, introduzido pelo fundo do tanque. O precipitado de fosfato de cálcio e outras impurezas insolúveis separam-se do líquido, sendo carregados para a superfície para formar uma espuma que é separada automaticamente. Essa espuma é filtrada para recuperar o açúcar contido, mas o licor original não é mais filtrado. Esse processo é superior ao velho processo (de somente adicionar cal ao líquido) com relação à remoção de cor e outras impurezas solúveis.

O ácido fosfórico também é empregado em pequenas quantidades para dar o sabor ácido em molhos de saladas, bem como para diminuir a atividade biológica, prevenindo a degradação desses molhos.

Na indústria de geleias e gelatinas é utilizado especialmente no preparo de geleias firmes e que não perdem água, como as utilizadas para recheio de bolos e pães. É adicionado nos estágios finais de preparo para minimizar a hidrólise da pectina. O ácido fosfórico, juntamente com o ácido cítrico e o ácido tartárico, é utilizado como agente tampão para controlar a acidez, dando a firmeza de gel da pectina e, ao mesmo tempo, para complexar cátions, como o ferro, que dá uma cor opaca para as gelatinas.

O ácido fumárico, como a maior parte dos outros ácidos alimentícios, é um ácido orgânico que pode ser encontrado na natureza. Nos humanos e nos mamíferos é a chave intermediária no ciclo do ácido tricarboxílico na biossíntese ácida orgânica (ciclo de Krebs). É também essencial na vida das plantas. Tem baixa solubilidade e é não higroscópico.

Utilizado como acidulante desde 1946, o ácido fumárico é aplicado atualmente na indústria alimentícia principalmente em farinhas e farinhas do tipo pré-misturas, em sucos de frutas, na produção de balas duras e em vinhos. Seu uso nesses produtos melhora a qualidade e, em muitos produtos alimentícios, reduz os custos de processamento.

O ácido láctico foi, durante séculos, um ingrediente natural em uma ampla gama de produtos. Muito antes de se tornar comercialmente disponível, era obtido por fermentação natural de produtos, tais como queijo, iogurte, levedura, preparados à base de carne e vinho. O organismo humano e de muitos animais produz quantidades importantes de ácido láctico no decorrer de suas atividades diárias, particularmente em esforços físicos.

O ácido láctico foi descoberto em 1780, pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele, que isolou o ácido láctico a partir do leite azedo, na forma de um xarope de cor marrom, com impurezas, ao qual deu o nome de Mjölksyra, do sueco *mjölk* (leite) e *syra* (ácido). Hoje, o ácido láctico tem cor cristalina e é produzido pela fermentação de açúcar e água ou por processo químico; ao contrário dos outros acidulantes, o ácido láctico é normalmente comercializado na forma líquida. O ácido láctico racêmico na forma anidra e pura é um sólido branco cristalino com baixo ponto de fusão. O ácido láctico tem duas formas: L (+) e D (-). A forma D (-) não é utilizada em aplicações alimentícias, enquanto que a L (+) é incorporada em muitos processos alimentícios, bem como em aplicações cosméticas e industriais. No processo de produção natural as matérias-primas são fermentadas no fermentador, usando *Streptococcus lactis*, do qual se obtém o lactato de cálcio bruto. Após remoção do gipso, chega-se ao ácido láctico bruto que, depois de operação de purificação e concentração, resultará no L (+) ácido láctico.

O ácido láctico racêmico (as proporções L e D são aproximativamente iguais) é obtido por síntese química baseada na reação de acetaldeído com ácido hidrocianico, da qual resulta a lactonitrila. Essa é hidrolisada por um ácido mineral, resultando em um ácido láctico não purificado e, como subproduto, cloreto de amônia.

O ácido láctico tem ampla gama de possibilidades de utilização na indústria alimentícia, sendo um ingrediente importante para a produção de produtos cárneos curados, leites fermentados, picles e produtos marinados. Também é utilizado em refrescos e refrigerantes.

O ácido málico é largamente encontrado na natureza e é um ácido orgânico predominante em muitas frutas e bagas, muito mais, aliás, do que o próprio ácido cítrico. É o principal ácido contido em marmelo, melancia, caqui, ameixa e maçã, para citar somente algumas.

Possui sabor ácido limpo, maduro e suave, que perdura. Tem papel essencial no metabolismo dos carboidratos e, consequentemente, na produção de energia para o ciclo celular. É, de fato, o precursor do ácido oxalacético e, consequentemente, um passo importante no ciclo de Krebs.

O ácido málico foi introduzido na indústria alimentícia em 1922, mas somente começou a ter real disponibilidade comercial a partir de 1964. Apresenta-se sob a forma de um pó branco produzido por hidratação de ácido maléico e fumárico.

É utilizado na indústria para mascarar o gosto desagradável da sacarina e como agente tamponante. Em comparação com o ácido cítrico, o ácido málico apresenta maior potencial realçador do *flavour* nos ali-

mentos, portanto tem emprego como acidulante em pó para refrescos, sucos de frutas, bebidas e sobremesas, objetivando a redução de custo. Avaliações sensoriais mostram que o ácido málico torna mais aceitáveis os adoçantes artificiais em bebidas.

O ácido málico é conhecido largamente como o ácido da maçã, por apresentar 97,2% dos ácidos contidos nessa fruta.

O ácido propiônico é um líquido de odor picante, dissolve-se facilmente em água, podendo ser empregado na forma de sais, principalmente sais de cálcio.

Este ácido e seus sais não são muito utilizados como acidulantes, mas sim como conservantes em produtos de confeitaria e na superfície de queijos, evitando a proliferação de fungos.

O ácido sórbico é usado principalmente para inibição do crescimento de microorganismos. Da mesma forma que o ácido propiônico, este ácido tem aplicações em vinho, picles, refrigerantes, chocolates, defumados, entre outros.

O ácido succínico é um pó branco cristalino, não higroscópico, pouco solúvel em água. Tem funções semelhantes as dos ácidos adípico e fumárico como realçador de *flavour* específico.

Este ácido tem grande importância na tecnologia alimentar, não obstante seu alto custo em relação a outros ácidos.

O ácido tartárico, ainda chamado de ácido diidroxibutanéico, é um ácido dicarboxílico. Tanto ele quanto alguns de seus sais, como o cremor de tártaro (tartarato hidrogenado de potássio) e o sal de Rochelle (tartarato sódico de potássio), são obtidos como subprodutos da fermentação do vinho. O tártaro já era conhecido pelos antigos Gregos e Romanos.

O cremor de tártaro é um pó cristalino, branco. Quimicamente, trata-se de um tartarato hidrogenado de potássio, ou seja, o sal de potássio ácido do ácido tartárico. É usado como agente de fermentação nos fermentos para panificação, atuando diretamente no processo de levantamento da massa. Uma forma impura, chamada de tártaro ou argol, forma-se naturalmente durante o processo de fermentação do suco de uva para o vinho e cristaliza-se nas barricas de vinho.

O sal de Rochelle é um sal cristalino ortorrômbico, entre o incolor e o branco azulado, de gosto salgado e com sabor fresco. É também chamado de sal de Seignette, por ter sido Pierre Seignette, um farmacêutico francês da cidade de La Rochelle, que produziu esse sal pela primeira vez em 1672. Quimicamente, trata-se de um tartarato sódico de potássio. É solúvel em água, apresenta ponto de fusão a 75^{0}C e gravidade específica de 1,79. É usado na medicina como laxante suave, frequentemente sob a forma de pós efervescentes de Seidlitz. Também é utilizado como ingrediente na solução de Fehling. Cristais de sal de Rochelle são usados em equipamentos piezelétricos, cristais dos microfones e agulhas de fonógrafos.

O ácido tartárico livre foi isolado pela primeira vez pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele, em 1769. Alia os sedimentos, sendo os outros restos da fermentação do vinho aquecidos e neutralizados com hidróxido de cálcio; o precipitado é o tartarato de cálcio, que é então tratado com ácido sulfúrico para produzir o ácido tartárico livre. O sal de Rochelle é preparado a partir do argol, por neutralização via carbonato de sódio. O cremor de tártaro provém principalmente do filtrado resultante da produção de ácido e sal de Rochelle. Um terceiro sal, o tartarato emético (*antimony potassium tartrate*), é produzido a partir de sais ácidos de potássio e óxido de antimônio.

O ácido tartárico e seus sais são sólidos incolores facilmente dissolvidos em água. O maior volume do ácido L-tartárico é derivado da indústria vinícola. Também pode ser extraído da polpa de tamarindo. Oitenta por cento do ácido tartárico ingerido é destruído pela flora intestinal e a parte absorvida pela corrente sanguínea é excretada na urina.

O ácido tartárico não possui uma escala tão ampla de utilização quanto os ácidos cítrico e málico, porém tem grande importância na indústria alimentícia.

Pode ser classificado como agente inativador de metais, agindo provavelmente por inativação do efeito catalítico em reações de oxidação por traços de metais.

O ácido tartárico é um subproduto da fermentação do vinho, podendo ser também obtido da extração da polpa de tamarindo.

A glucona-delta lactona e sua forma hidrolisada, o ácido glucônico, têm sido usados há certo tempo pelas indústrias alimentícias. Ambos os compostos estão presentes em produtos naturais, como o mel, a uva, entre outras frutas, e a cerveja.

São produtos da oxidação da D-glicose e obtidos via microorganismos. A produção de ácido glucônico e GDL, via microorganismos, foi descoberta em 1880, por Boutroux. A glicose sofre uma fermentação aeróbica e o GDL é extraído via cristalização. O GDL apresenta-se na forma de um pó branco cristalino, incolor, com gosto doce. Quando dissolvido na água, é lentamente hidrolisado em ácido glucônico e passa a ter um sabor ácido bastante suave. É uma acidificação lenta, progressiva e duradoura.

Por trazer muito pouco gosto ácido, o GDL não apresenta nenhum interesse para os fabricantes de balas *e candies*, mas, em contrapartida, é muito procurado pelos processadores de frios e carnes. Nessas aplicações, a acidificação é necessária para transformar os nitratos em nitritos e favorecer, assim, o aparecimento de cor (em reação com a mioglobina do músculo). Também é importante ter uma acidificação do meio para facilitar o desenvolvimento de floras desejáveis levando à aceleração do processo de cura.

Ainda é empregada na fabricação de certos queijos especiais, tais como o cottage e o tofu.

O ácido lactobiônico é obtido por um processo patenteada de oxidação da glicose via fermentação. Sua capacidade acidulante é a mais fraca de todos os ácidos alimentícios e é particularmente interessante por ter um gosto absolutamente neutro.

Esse ácido inscreve-se na lista dos aditivos que oferecem melhorias para a saúde: aumenta a absorção mineral ao nível do trato intestina. Segundo um estudo japonês, uma mistura de ácido lactobiônico e de FeSO4 supre todo vestígio de anemia em ferro após seis semanas de tratamento. Também estimula os *Lactobacillus bifidogêneos*.

ÁCIDOS ALIMENTICIOS APLICACIONES

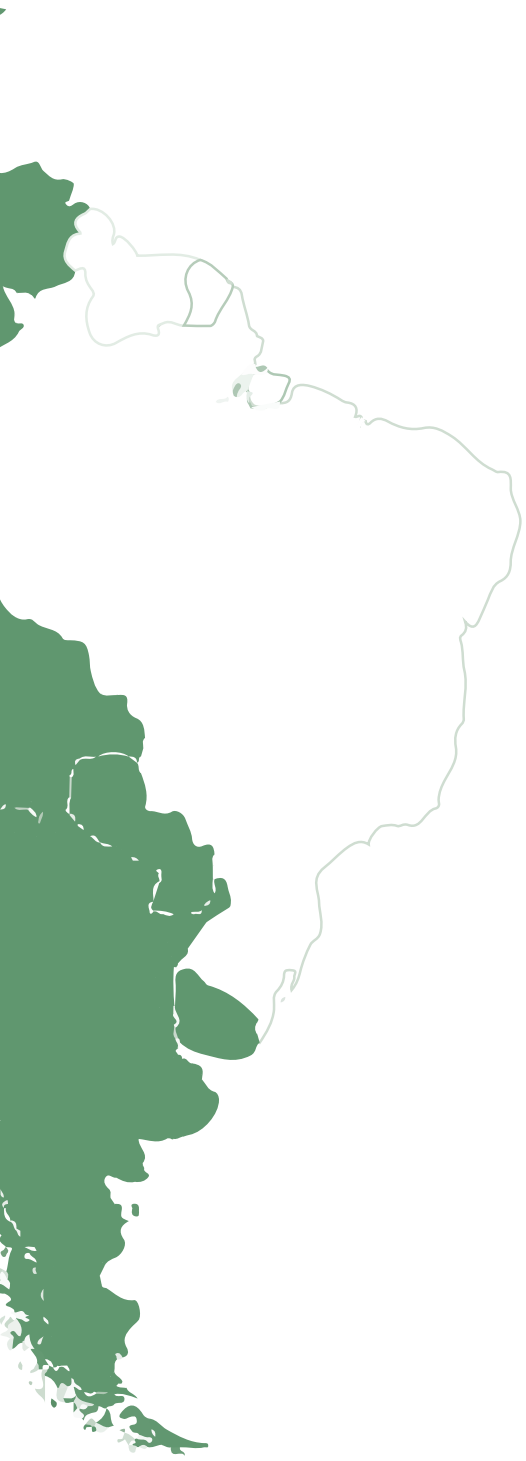
Los ácidos de los alimentos se definen como sustancias añadidas a los productos alimenticios con la función de mejorar el sabor ácido (agrio) de los alimentos y bebidas. Además de cambiar la acidez de los alimentos, estas sustancias también realizan otras funciones, como regulador de pH, actuando como un amortiguador en diversas etapas de procesamiento de alimentos y la reducción de la resistencia de los microorganismos; agente saborizante, en mascarar sabores desagradables de otras sustancias y haciendo el alimento más sabroso; y los conservadores, que controlan el crecimiento y el desarrollo de bacterias patógenas y sus esporas. Por otra parte, prevenir el pardeamiento de los alimentos, cambia la textura de confitería, mejora el color rojo de la carne, contribuir para la extracción de la pectina y pigmentos de frutas y verduras, alterar el sabor dulce en los alimentos, evitando la cristalización no deseada del azúcar, potenciar la acción conservante de grupo benzoato y estabilizan el ácido ascórbico.

En el procesamiento de alimentos se utilizan ácidos orgánicos, como el ácido cítrico, y compuestos inorgánicos, como el ácido fosfórico y otros. Se añaden también las sales de estos ácidos, especialmente las sales de sodio para el control de pH (acidez activa) y similares, así como otras propiedades deseables en el producto fabricado.

Los ácidos utilizados en la tecnología de los alimentos se pueden encontrar *in natura*, obtenidos a partir de ciertos procesos de fermentación o síntesis. En el primer caso, puede encontrar ácido cítrico y tatárico; Por fermentación se obtienen los ácidos cítricos, ácido láctico, ácido acético y fumárico; y por medio de síntesis, se fabrican los ácidos ácido málico, ácido acético y ácido fosfórico.

En la industria alimentaria, ácidos alimentarios realizan diversas funciones. Como se mencionó anteriormente, son aromatizantes, reguladores del pH y agentes tampón, agentes de fermentación, entre otros.

La función de aromatizante es, sin duda, uno de los principales. Cada uno de los ácidos difieren en cuanto a la intensidad y duración de sabor amar-



go, es decir, cada uno tiene sus propias características. Estas características de sabor incluyen el momento en que el sabor amargo se percibe la intensidad y la duración en la que el sabor se mantiene. Como regla general, el pH equivalente, ácidos débiles tienen un sabor ácido más fuerte por primera existir en estado sin disociar. Es la molécula no disociada responsable de sabor.

El ácido también se puede utilizar para enmascarar aromas no deseados. Los ácido cítrico y málico, y sales de citrato son bien conocidos para enmascarar el sabor desagradable de la sacarina. Las sales de gluconato y el GDL son extremadamente eficientes en el desempeño de esta función. Más el sabor del ácido persiste, más puede ayudar a enmascarar el regusto de determinados edulcorantes.

Los alimentos ácidos son también grandes reguladores del pH. La acidez se expresa en valores de pH que varían de pH 1 (ácido) a pH = 14 (base). Controlar el pH de los alimentos mediante la adición de un acidulante ayuda a mantener la estabilidad del aroma, así como la flora microbiana. Si el pH de un alimento es inferior a 2.6, pueden considerarse agre/demasiado ácida.

Otra aplicación de ácidos de los alimentos es como agente tampón. La resistencia en la modificación del pH del sistema es a menudo llamado el *buffering capacity* o capacidad amortiguadora. Este es un parámetro crítico en muchos productos alimenticios, como pH flotante puede presentar efectos adversos sobre el aroma, el color o la estabilidad microbiana. Esta capacidad amortiguadora, a veces es necesario mantener ciertos procesos de fermentación de ácido.

Los ácidos de alimentos también se pueden utilizar como agentes de fermentación. La producción de gas en productos de panadería y otros tipos de alimentos desempeña un papel fundamental en la textura y la presentación del producto final. Los sistemas de fermentación química produce dióxido de carbono mediante la reacción de carbonato de calcio o bicarbonato de soda y un componente ácido. La acción de control de la fermentación durante el proceso de producción es crítica para la calidad del producto final. El ideal es un agente de fermentación que reacciona suavemente con bicarbonato de soda para garantizar el volumen, textura y sabor deseado. Los ácidos de la fermentación y sales ácidas varían cuantitativamente en sus capacidades de neutralización.

Como agentes de conservación, los ácidos alimenticios se aplican para disminuir la tasa de crecimiento de las bacterias. El efecto inhibidor del crecimiento microbiano depende en gran medida del pH del ácido en cuestión. Algunos acidulantes inhiben el crecimiento bacteriano, no sólo por la reducción del pH, sino también a través de la interferencia con el metabolismo específico de crecimiento microbiano.

Además de las funciones mencionadas anteriormente, algunos ácidos muestran excelentes cualidades como aceleradores del curado, especialmente para los productos cárnicos elaborados. Algunos ácidos también pueden actuar como agentes secuestrantes.

Los principales ácidos y sus derivados utilizados en la industria alimentaria son acético, adípico, cítrico, fosfórico, fumárico, láctico, málico, propiónico, sórbico, succínico y tartárico. Otros dos productos de gran interés para el sector son la lactona glucona-delta lactona y el ácido lactobiónico.