

suas próprias características. Essas características de sabor incluem o momento no qual é percebido o sabor ácido, sua intensidade e a duração durante a 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, principalmente, a molécula não dissociada a responsável pelo sabor.

As variações e alternativas são numerosas. Balas com sabor limão e refrigerantes são tradicionalmente muito ácidos, 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. Assim, o ácido fosfórico é utilizado em bebidas à base de cola, mas não em bebidas com sabor de frutas. O ácido tartárico, por exemplo, tem tradicionalmente seu uso limitado em produtos com sabor de uva, embora possa ser utilizado em outros aromas.

Os ácidos cítrico e tartárico apresentam perfis sensoriais bastante similares: gosto idêntico, percepção imediata e acentuada, porém com pouca persistência no tempo. O ácido málico tem 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 ser usado também para mascarar aromas não desejados. Os ácidos cítrico e málico e os sais de citrato são conhecidos por disfarçar bem o gosto desagradável da sacarina. Os sais de gluconato e o GDL são extremamente eficientes nessa função. Mas o sabor do ácido perdura, podendo ajudar a mascarar o ressaibo de certos adoçantes.

A acidez expressa-se em valores de



pH, variando de 1 (ácido) até 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 for inferior a 2,6, o alimento pode ser considerado ágre/azedo demais.

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

Ácido	pH do produto em 1g/100ml
Acético	2,68
Cítrico	2,2
Láctico	2,34
Malico	2,25
Fosfórico	1,57
Tartárico	2,08

A peso igual, o ácido fosfórico é o que mais baixa o pH, 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. A Tabela 2 apresenta o pH dos principais ácidos em alimentos.

As sobremesas de gelatina geralmente requerem um pH ajustado para 3,5, de forma a garantir o aroma e a consistência. De fato, 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, conseqüentemente, menos caras.

Em geléias, a firmeza do gel formado pela pectina depende de um rígido controle do pH. A adição de sais, como o citrato de sódio ou o fosfato de sódio, ajuda 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 resulta na hidrólise parcial da pectina e, conseqüentemente, 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.

A vantagem da acidificação é especialmente bem ilustrada no caso do enlatamento de tomates inteiros. Quando o pH desses é maior que 4,5 acontece maior incidência de deterioração do produto. Quando tomates com pH de 3,9 são processados a 212°F, somente 34 minutos são necessários para matar uma carga normal ou alta de esporos/bactérias/musgos/fungos, sem prejudicar o aroma ou a cor nem deteriorar a estrutura do produto. Em contrapartida, a um pH de 4,8 o tempo de cozimento eleva-se para 110 minutos.

À medida em que um sistema pode resistir em modificação do seu pH 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 conseguir-se 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 perto estiver o pH tampão do pKa do ácido, maior será a capacidade tampão (veja Figura 1).

O ácido cítrico tem 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.

A produção de gases em produtos de panificação e outros 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. 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.

Na preservação de alimentos o ácido diminui 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 conserva-

dores são encontrados naturalmente em alimentos, especialmente em produtos fermentados. Em outros alimentos, a adição de um ácido cria esse efeito preservativo.

A Figura 2 mostra que os ácidos acético e láctico são muito mais eficientes na inibição do crescimento microbiano do que os ácidos cítrico e tartárico.

Alguns ácidos apresentam também 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).

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

A solubilidade e higroscopicidade dos diferentes acidulantes também são fatores importantes na hora da escolha. O ácido fumárico, por exemplo, tem baixa solubilidade em água fria e, conseqüentemente, não é uma escolha adequada para um chá gelado em pó. 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.

Os acidulantes mais solúveis são também os mais higroscópicos;

FIGURA 2 - EFICIÊNCIA CONTRA O CRESCIMENTO MICROBIANO

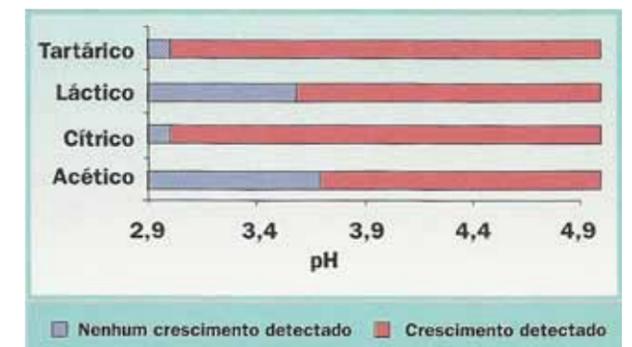
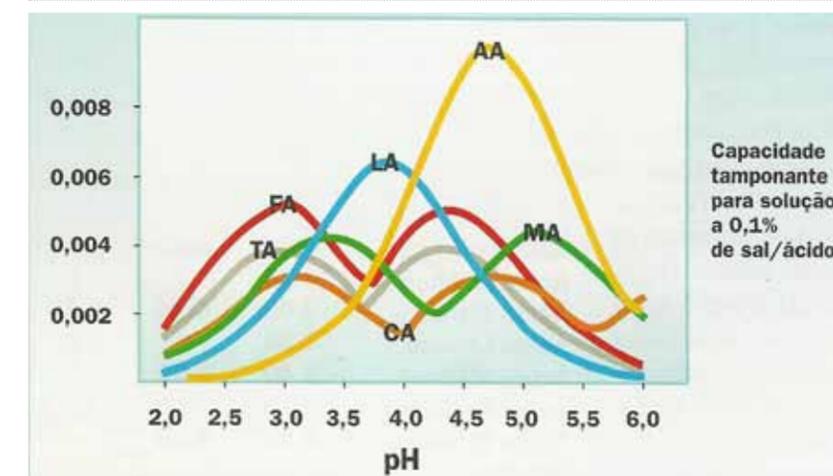


FIGURA 1 - CAPACIDADE TAMPONANTE VS. PH



absorvem facilmente a água, embotam ou endurecem quando expostos a um ambiente de alta umidade. Isso afeta diretamente o manuseio e *shelf life*.

PRINCIPAIS ÁCIDOS ALIMENTÍCIOS

A seguir são descritos os principais ácidos utilizados na indústria de alimentos, destacando características, origem, aplicações e exemplos na indústria.

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

ÁCIDO ACÉTICO

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

O ácido acético tem sua origem na fermentação acética do álcool. Para ocorrer esta reação, necessita-se da 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 de fórmula CH_3COOH ; 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 este 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.

O ácido acético puro é pouco usado na indústria de alimentos, porém é largamente empregado na forma de vinagre, sendo obtido primeiramente por uma fermentação alcoólica e posteriormente acética.

Nas indústrias pesqueiras, 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 cerca de 1.000 a 5.000mg/kg de 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 (CH_3CO)₂O é um líquido incolor (ponto de fusão -73°C), usado como agente de acetilação.

ÁCIDO CÍTRICO

O ácido cítrico é amplamente presente na natureza, sendo derivado das frutas cítricas. Também é 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 drinks 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, isso 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 deste fungo em uma mistura líquida de sacarose, sais e ferro, gerava quantidades substanciais de ácido cítrico. Currie trabalhou com a Chas. Pfizer, Inc. no desenvolvimento de métodos de produção em larga es-



cala. 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 como base, além da sacarose, a glicose.

O processo pode envolver técnicas de fermentação de superfície ou de imersão, em muitos aspectos bastante similar 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, conservas de frutas, geléias, 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.

Cerca de 70% da produção deste ácido é utilizada pela indústria de alimentos, 12% pela indústria farmacêutica e 18% por outras indústrias.

Para a enologia, o ácido cítrico apresenta-se na forma de finos cristais incolores. Geralmente, está presente em fracas quantidades nos mostos de uva e ausente nos vinhos. A sua concentração aumenta ligeiramente durante a fermentação alcoólica, sendo posteriormente consumido durante a fermentação maloláctica.

O ácido cítrico é utilizado 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.

O ácido cítrico é também utilizado em bebidas não carbonatadas como agente flavorizante e tampão. Também aumenta 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.

O ácido cítrico também tem aplicação 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 geléias é outro exemplo da aplicação do ácido cítrico, 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 esta 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 estas reações.

O ácido cítrico pode ser usado em conjunto com o ácido ascórbico ou utilizado diretamente na formulação de soluções.

tros ácidos que podem ser formados, há o ácido pirofosfórico ($H_4P_2O_7$) e o ácido metafosfórico (HPO_3), os quais podem ser obtidos por aquecimento do H_3PO_4 .

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

O ácido fosfórico 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%

fosfato de monocalcário 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 de 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 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. Este processo é superior ao velho processo (de somente adicionar cal ao líquido) com respeito à remoção de cor e outras impurezas solúveis.

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

O ácido fosfórico é utilizado na indústria de geléias e gelatinas, especialmente no preparo de geléias firmes e que não perdem água, como as utilizadas para recheio de bolos e pães. O ácido é adicionado nos estágios finais

de ácido fosfórico. Na relação custo versus benefício, o ácido fosfórico é mais interessante que outros ácidos orgânicos. Outras vantagens do uso de ácido fosfórico são o sabor efervescente e adstringente, melhorando o 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, ajudando 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 monocalcário monohidratado,

ÁCIDO FOSFÓRICO

O ácido fosfórico (H_3PO_4) é o único ácido inorgânico na lista dos ácidos usados para fins alimentícios. Existe na natureza principalmente sob a forma de $Ca_3(PO_4)_2$, como na fosforita; é encontrado também, como o nitrogênio, em todo organismo animal e vegetal. Os ossos contêm cerca de 60% de $Ca_3(PO_4)_2$. Na forma elementar pode ser obtido a partir de fosfato de cálcio e coque, em presença de areia. O H_3PO_4 é apenas um de uma série de ácidos fosfóricos que podem ser formados pela hidratação de P_4O_{10} . Para distingui-lo dos outros, recebeu o nome de ortofosfórico, e seus sais de ortofosfatos. Entre os ou-



de preparo para minimizar a hidrólise de 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 de pectina e, ao mesmo tempo, para complexar cátions, como o ferro, que dá uma cor opaca para as gelatinas.

ÁCIDO FUMÁRICO

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 o ácido fumárico é a chave intermediária no ciclo do ácido tricarbóxico na biossíntese ácida orgânica (ciclo de Krebs). O ácido fumárico 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 princi-

palmente em farinhas e farinhas do tipo pré-misturas, em sucos de frutas, na produção de balas duras e no vinho. Seu uso nesses produtos melhora a qualidade e, em muitos produtos alimentícios, reduz os custos de processamento.

Cerca de 35% da produção de ácido fumárico é utilizada pela indústria papelera como sequestrante de resinas.

O ácido fumárico natural e sintético são idênticos. Sua produção por síntese química é feita via isomerização catalizada do ácido maléico ou, ácido *cis*-butano-2-dióico. Existem processos biológicos de produção, atualmente desenvolvidos por equipes italianas, que poderiam competir com a síntese química hoje utilizada e assim, favoreceriam as indústrias alimentícias, farmacêuticas e a nutrição animal. Um desses processos consiste em cultivar o *Rhizopus arrhizus* NRRL 1526 em meio amido (batata, milho, ou outro), enquanto que o outro usa a levedura

Candida hydrocarbofumarica ATCC 28532 em meio contendo mosto de uva, glicose, cloruro de amônia e sais de zinco e manganês.

ÁCIDO LÁCTICO

Durante séculos o ácido láctico foi 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 $L^{(+)}$ no decorrer de suas atividades diárias, particularmente em esforços físicos. Serve como fonte energética para os tecidos musculares.

O ácido láctico foi descoberto em 1780, pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele, que isolou o ácido láctico a partir de leite azedo, na forma de um xarope de cor marrom, com impurezas, ao qual deu o nome de *Mjölksyra*, do sueco *mjolk* (leite) e *syra* (ácido). Hoje, o ácido láctico tem cor cristalina e é produzido ou 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 $L^{(+)}$ entra 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 sairá o lactato de cálcio bruto. Após remoção do gesso 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 aproximadamente iguais) é obtido por síntese química baseada na reação de acetaldéido com ácido hidrocianico da qual resulta a lactonitrila. Essa será hidrolizada por um ácido mineral e dessa operação resultará

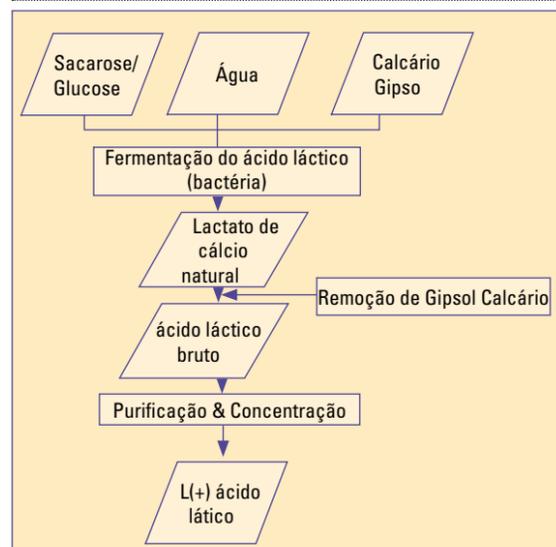


um ácido láctico não purificado e, como subproduto, cloreto de amônia.

A Figura 3 apresenta o processo de produção do ácido láctico.

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

FIGURA 3 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ÁCIDO LÁCTICO



ÁCIDO MÁLICO

O ácido málico é largamente encontrado na natureza e é um ácido orgânico predominante em muitas frutas e bagas, muito mais, aliás, 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, conseqüentemente, na produção de energia para o ciclo celular. É, de fato, o precursor do ácido oxalacético e, conseqüentemente, 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. A síntese leva à produção de uma mistura racêmica de D(-) e L(-).

É utilizado na indústria para mascarar o gosto desagradável da sacarina e como agente tamponante. Em comparação com o ácido cítrico, o málico tem um maior potencial realçador do *flavour* nos alimentos, portanto, tem emprego como acidulante em pó para refrescos, sucos de frutas, bebidas e sobremesas, objetivando a redução de custo. Avaliações sensoriais tem mostrado 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 neste fruto.

ÁCIDO TARTÁRICO

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

CREMOR DE TÁRTARO

É um pó cristalino, branco. Quimicamente, trata-se de um tartarato hidrogenado de potássio, $KC_4H_5O_6$, 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.

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 de fórmula $KNa (C_4H_4O_6) \cdot 4H_2O$. É solúvel em água, apresenta ponto de fusão a 75°C e gravidade específica de 1,79; apresenta dupla refração.

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. É usado no processo de prateação de espelhos. Cristais de sal de Rochelle são usados em equipamentos piezelétricos, cristais dos microfones e agulhas de fonógrafos.

pelos antigos Gregos e Romanos.

O ácido 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 tem uma es-

cala tão ampla de utilização quanto os ácidos cítrico e málico, porém tem grande importância na indústria alimentícia.

Este ácido ocorre naturalmente em alguns frutos ou vegetais, mas é encontrado principalmente em uvas e tamarindo.

O ácido tartárico 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.

GLUCONA-DELTA LACTONA (GDL)

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 chesse* e o tofu.

ÁCIDO LACTOBIÔNICO

O ácido lactobiônico, cuja fórmula é $C_{12}H_{22}O_{12}$, é obtido por um processo patenteada de oxidação da glicose via fermentaria.

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 intestinal. Segundo um estudo japonês, uma mistura de ácido lactobiônico e de $FeSO_4$ suprime todo vestígio de anemia em ferro após seis semanas de tratamento. Também estimula os *Lactobacillus bifidogêneos*.

OS ACIDULANTES E A LEGISLAÇÃO

Segundo a Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, da ANVISA, pode-se definir um acidulante como toda a substância que aumenta a acidez ou confere um sabor ácido aos alimentos.

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 nº 386, de 5 de agosto de 1999, apresentam-se as atuais codificações pertinentes aos acidulantes.

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 nº 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 nº 39, de 13 de janeiro de 1998, apresenta as quantidades de acidulantes permitidas em adoçantes de mesa líquidos.