

Ingredientes desidratados

A desidratação é uma das técnicas mais antigas de preservação de alimentos utilizada pelo homem. O processo é simples e consiste na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa. Uma de suas maiores vantagens é não necessitar de refrigeração durante o armazenamento e transporte.

INTRODUÇÃO

Todos os alimentos contêm água, em quantidades mais ou menos importantes (90% a 95% para os legumes frescos e as frutas, 8% a 12% para os legumes secos, e 60% a 70% para as carnes, etc.). Elimina-se uma parte dessa água para diminuir a sua atividade ou para reduzir os custos de produtos muito úmidos (leite, sucos, etc.). A redução da atividade de água (Aw) aumenta o prazo de conservação.

As diferentes técnicas de concentração e secagem consistem em eliminar a água, seja por via mecânica, seja por via térmica. Mecanicamente, poderá ser por centrifugação, filtração, ultrafiltração, osmose reversa, escoamento e prensagem, enquanto que termicamente ocorrerá por ebulição e retirada da água sob a forma de vapor.

A primeira máquina para desidratar frutas e vegetais por meios artificiais foi construída na França em 1795, entretanto, a desidratação só passou a ser aplicada de forma significativa na primeira Guerra Mundial, em razão da necessidade de alimentos em larga escala destinados a suprir as tropas em combate. Idêntica expansão ocorreu de 1939 a 1944, sendo que na Segunda Guerra Mundial haviam sido desenvolvidas, nos Estados Unidos, técnicas para desidratação de mais de 160 tipos de vegetais. Nos últimos 50 anos, tanto a ciência quanto à tecnologia se empenharam no sentido de aprimorar novos sistemas na área de preservação de alimentos, tornando viável a desidratação de enorme variedade de produtos para fins comerciais.

Além do objetivo mais evidente, que é a preservação dos alimentos pela redução da umidade, a desidratação torna possível limitar ou evitar o crescimento de microorganismos ou outras reações de ordem química. Pela remoção da água resulta, ainda, uma maior facilidade



Foto: Nutramax



no transporte, armazenamento e manuseio do produto final, seja ele para consumo na forma direta, ou como ingrediente na elaboração de outros produtos alimentícios.

A DESIDRATAÇÃO

A desidratação é um processo que consiste na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa. É necessário fornecimento de calor para evaporar a umidade do produto e um meio de transporte para remover o vapor de água formado na superfície do produto a ser seco. O processo de secagem pode envolver três meios de transferência de calor: convecção, condução e radiação. A transferência de calor por convecção é o meio mais utilizado na secagem comercial, em que um fluxo de ar aquecido passa através da camada do produto. Durante o processo de secagem, a umidade migra do interior para a superfície do produto, de onde se evapora para o ambiente.

Os produtos alimentícios podem ser desidra-

tados por processos baseados na vaporização, sublimação, remoção de água por solventes ou na adição de agentes osmóticos. Os métodos de desidratação utilizados em maior escala são os que têm como base a exposição do alimento a uma corrente de ar aquecida, sendo que a transferência de calor do ar para o alimento se dá basicamente por convecção.

O ar quente é mais empregado, por ser facilmente disponível e mais conveniente na instalação e operação de secadores, sendo que o seu controle no aquecimento do alimento não apresenta maiores problemas. O princípio básico de secagem, quando se utiliza o ar como meio de secagem, está no potencial de secagem do ar ambiente aquecido que é forçado entre a massa do produto, atendendo a duas finalidades: a de conduzir calor para o produto, ou seja, a pressão de vapor da água do alimento é aumentada pelo aquecimento do produto, facilitando, assim, a saída de umidade, sendo que parte do calor do ar de secagem proporciona um aumento da temperatura do produto

(calor sensível) e parte fornece o calor necessário para a vaporização da água contida no produto (calor latente); e a de absorver umidade do produto, ou seja, aumentando-se a temperatura do ar ambiente a sua umidade relativa diminui e, conseqüentemente, sua capacidade de absorver umidade aumenta.

O ar serve, ainda, como veículo para transportar a umidade removida do produto para o ambiente. Incluem-se nesses processos a secagem ao sol e a secagem realizada em secadores de bandejas, de túnel, de leito fluidizado e atomizadores.

Quando um alimento é desidratado, ele não perde água a uma velocidade constante ao longo do processo. Com o progresso da secagem, sob condições fixas, a taxa de remoção de água diminui. Isto pode ser visto na Figura 1, que apresenta a curva de secagem para cenoura cortada na forma de cubos.

Pelo gráfico pode-se observar que 90% da água do produto é removida em quatro horas, e mais quatro horas serão necessárias para remover os 10% remanescentes. Na prática, sob condições normais de operação, o nível zero de umidade nunca é alcançado.

No início da secagem, e por algum tempo depois, geralmente a água continua a evaporar a uma velocidade constante, semelhante ao mecanismo de evaporação de água em um reservatório. Isso é chamado de período de velocidade constante, e conforme pode ser visto na Figura 1, estende-se por quatro horas. A

partir do ponto em que ocorre a inflexão da curva de secagem, inicia-se o período de velocidade decrescente de secagem.

Estas mudanças durante a desidratação podem, em grande parte, ser explicadas pelos fenômenos de transferência de calor e massa. Um alimento cortado na forma de cubo, no decorrer da secagem perderá umidade por suas superfícies e desenvolverá, gradualmente, uma espessa camada seca na superfície, e com o restante da umidade aprisionada no centro. Do centro para a superfície, um gradiente de umidade será estabelecido. Em conseqüência disso, a camada externa seca formará uma barreira isolante contra a transferência de calor para o interior do pedaço. Além de ter a transferência de calor diminuída, a água restante no centro do alimento tem uma distância maior a percorrer até chegar à superfície do que a umidade superficial tinha no início da secagem. À medida que o alimento seca e atinge a umidade de equilíbrio, não se tem mais secagem e a velocidade cai a zero.

Estas não são as únicas mudanças do alimento que contribuem à forma de uma curva de secagem típica, embora sejam os fatores principais. A forma precisa de uma curva de secagem normal varia conforme o alimento, com os diferentes tipos de secadores, e em resposta às variações das condições de secagem, tais como a temperatura, a umidade, a velocidade do ar, o sentido do ar, a espessura do alimento, entre

outros fatores.

A secagem da maioria dos produtos alimentícios geralmente apresenta período de velocidade constante e de velocidade decrescente, e a remoção da água abaixo de aproximadamente 2%, sem danos ao produto é extremamente difícil.

A atividade da água é uma das propriedades mais importantes para o processamento, conservação e armazenamento de alimentos. Ela quantifica o grau de ligação da água contida no produto e, conseqüentemente, sua disponibilidade para agir como um solvente e participar das transformações químicas, bioquímicas e microbiológicas.

A atividade de água pode ser definida pela equação:

$$A_a = P/P_o$$

Em que:

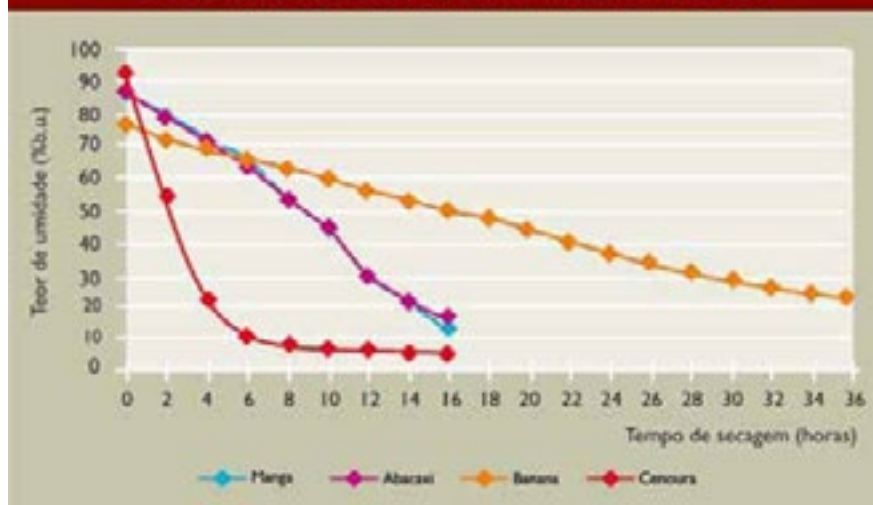
P = pressão parcial de vapor da água no alimento

P_o = pressão de vapor da água pura

A atividade de água de qualquer produto é sempre inferior a 1 e no estado de equilíbrio existe uma igualdade entre a umidade relativa do ar e a atividade de água do produto, que é chamado de umidade relativa de equilíbrio. Dessa forma, pode-se utilizar as isotermas de adsorção e dessorção de umidade de cada produto para conduzir a secagem e estabelecer a umidade final ou atividade de água do produto, tal que garanta nas condições de estocagem (temperatura e umidade relativa do ar) a integridade biológica do produto.

A qualidade dos alimentos desidratados depende, em parte, das mudanças que ocorrem durante o processamento e armazenagem. Algumas destas mudanças envolvem modificações na estrutura física. Estas modificações afetam a textura, a reidratação e a aparência. Outras mudanças são também devido a reações químicas. No alimento desidratado, a atividade enzimática residual, a atividade microbiana e a reidratação são parâmetros de grande importância. Durante o processo de secagem convectivo o alimento sofre perdas da qualidade, tais como a cor, sabor e textura, tendo muitas vezes

FIGURA 1 - EXEMPLO DE CURVAS DE SECAGEM DE DIFERENTES PRODUTOS PARA A TEMPERATURA DE 60°C



uma reidratação deficiente. A contração de volume e o endurecimento (formação de casca na superfície) do produto são também considerados problemas de grande importância na desidratação de alimentos. Na atualidade, as pesquisas estão voltadas no sentido de aumentar a retenção das propriedades nutritivas sensoriais do produto desidratado mediante a alteração das condições de processo e o uso de pré-tratamentos.

Poucas diferenças são observadas nos teores de carboidratos, proteínas, fibras e cinzas, quando a variação no conteúdo de umidade é levada em consideração.

As mudanças que ocor-

de sulfuração ou sulfitação, geralmente tornam-se castanhos devido à oxidação durante a secagem.

O escurecimento enzimático pela ação da peroxidase e outras enzimas oxidativas ocorre na fruta durante a secagem, principalmente nas superfícies cortadas, onde ocorre com maiores velocidades.

Comercialmente, a maioria das

sua grande eficácia e amplo espectro de utilização. O agente sulfitante mais utilizado no tratamento de pré-secagem é o dióxido de enxofre SO_2 . O SO_2 devido a sua ação redutora e propriedades inibidoras de enzimas, evita as reações enzimáticas e oxidativas que ocorrem durante a desidratação. O SO_2 retarda a formação de pigmentos escuros, mas não previne a sua formação nem os branqueia após terem sido formados. O tratamento pode ser realizado através da sulfuração pela queima de enxofre ou pela sulfitação em solução aquosa com bissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).

Uma vez que o maior mercado



rem durante a secagem são principalmente químicas, particularmente se as reações enzimáticas são incluídas como mudanças químicas. Quando as condições de secagem e a matéria-prima a ser utilizada são satisfatórias, nenhuma das transformações que ocorrem durante a secagem da fruta é devido à atividade de microorganismos.

As mudanças na cor têm grande influência na determinação da procedência de secagem para cada fruta. Os pigmentos da antocianina presentes nas frutas são geralmente alterados durante e após a secagem. Esses pigmentos, caso as frutas não sejam tratadas por meio

de frutas deve ser tratada antes da desidratação para manter

uma boa aparência e para prevenir o escurecimento, perdas do sabor e da vitamina C. Os agentes mais comumente utilizados no pré-tratamento são o ácido ascórbico e o dióxido de enxofre (SO_2).

O pré-tratamento com esses agentes tem como finalidades a preservação da cor natural dos alimentos; prolongar a armazenagem; retardar as perdas de vitamina C; e prevenir a deterioração microbiana.

O método mais utilizado pela indústria alimentícia para controle do escurecimento enzimático consiste no emprego de agentes sulfitantes devido a

do consumidor de frutas secas é o mercado de produtos naturais, a utilização desses tratamentos descaracteriza os produtos como

100% naturais. O fabricante deve informar no rótulo do produto sobre a presença de agentes sulfitantes.

Para contornar essa situação, recomenda-se que a produção, quando possível, seja realizada de acordo com o giro dos produtos, de forma que os mesmos sejam consumidos rapidamente, evitando com isso os problemas causados pelo escurecimento não enzimático.

As alterações no sabor das frutas secas seguem estreitamente as mudanças na coloração, sendo em alguns casos desejáveis essas mudanças.

Já as alterações na textura que

ocorrem com a secagem das frutas não são de natureza química. O principal fator alterador da textura das frutas secas é o teor de umidade final. Com teores baixos de umidade, a textura é muito dura, enquanto que com teores mais elevados tornam-se mais apetitosas.

REIDRATAÇÃO

Uma das características mais importantes dos produtos desidratados é a sua capacidade de reidratação rápida e completa. A razão de reidratação pode ser definida como sendo a razão do peso do alimento reidratado pelo seu peso seco. As condições de reidratação dos diferentes tipos de alimentos devem ser estabelecidas, uma vez que diversos fatores influenciam na quantidade de água absorvida, bem como nas propriedades sensoriais do produto. São vários os fatores que podem afetar a qualidade dos alimentos desidratados durante a reidratação. Podem-se citar o período de tempo de imersão, a temperatura da água, e a razão entre a quantidade de água utilizada e a de produto. Pequenas quantidades de água diminuem a razão de absorção, em consequência da menor área superficial de contato, e o excesso aumenta as perdas de nutrientes solúveis. Elevadas temperaturas da água aumentam a razão de absorção, reduzindo o tempo total necessário para ocorrer a reidratação, o que pode, entretanto, afetar negativamente a palatabilidade do produto. Além destes fatores, verifica-se que a razão de absorção de água durante a reconstituição de alimentos desidratados é afetada, também, pelo tamanho e pela forma das partículas, bem como pelas trocas físico-químicas que ocorrem durante o processo de desidratação e a estocagem do produto.

OS PROCESSOS DE DESIDRATAÇÃO

Os dois principais processos utilizados na desidratação são a liofilização e a atomização.

O processo de **liofilização** foi introduzido em 1906 pelos franceses Jacques-Arsène d'Arsonval e Georges

Bordas, depois de terem desenvolvido a refrigeração por absorção.

A liofilização, ou criodessecação, é a dessecação de um produto previamente surgelado, por sublimação. Esse processo pode ser realizado à pressão atmosférica, porém, comercialmente, é feito em câmaras de vácuo para aumentar a velocidade do processo, pois reduz a pressão de vapor.

O processo de liofilização é composto por três fases: congelamento, secagem ou dessecação primária, e secagem secundária.

No congelamento é necessário que o alimento atinja uma temperatura suficientemente baixa para ficar com temperatura $< -20^{\circ}\text{C}$ durante a liofilização. Pode-se abaixar a temperatura no equipamento por circulação de um fluido frio entre as placas. Pode-se, também, abaixar a temperatura por uma evaporação de 15% a 20% da água do produto, sob vácuo.

A secagem ou dessecação primária corresponde a sublimação do gelo do produto. A velocidade de dessecação é em função da diferença das pressões parciais entre o vapor de água e o gelo, respectivamente, da frente de sublimação e do condensador. É inferior a $1,5 \text{ kg}/\text{m}_2/\text{hora}$.

A secagem secundária consiste na secagem efetuada a uma temperatura inferior à da degradação do produto, com a finalidade de eliminar os últimos vestígios de água retida por absorção. O objetivo desta dessecação é de reduzir a atividade de água (A_w) em 2% a 8% de umidade residual.

Pelo fato do processo de liofilização ser realizado a baixa temperatura e em ausência de ar atmosférico, praticamente não se altera as propriedades químicas e organolépticas do produto.

A primeira fase do processo de liofilização é a pré-concentração do produto e esmagamento dos produtos sólidos, seguida do congelamento do produto a -40°C ; esse congelamento ocorre frequentemente no próprio liofilizador. Pedacos pequenos de alimento são rapidamente congelados, produzindo pequenos cristais de gelo e reduzindo danos à estrutura celular do alimento. Em alimentos líquidos, o congelamento lento é usado para

formar um gelo cristalino que provê canais para o deslocamento do vapor de água.

A próxima fase é remover a água durante a subsequente secagem e, conseqüentemente, obter um alimento seco. Uma vez o produto congelado, efetua-se um vácuo parcial e injeta-se um fluido quente nas placas de aquecimento. A colocação sob vácuo a pressões inferiores a 610 Pa (6 mbar ou 4,58 Torr) é feita com o auxílio de duas bombas de vácuo, onde a primeira retira o máximo de ar, e a segunda abaixa a pressão restante com uma vazão de ar fraca.

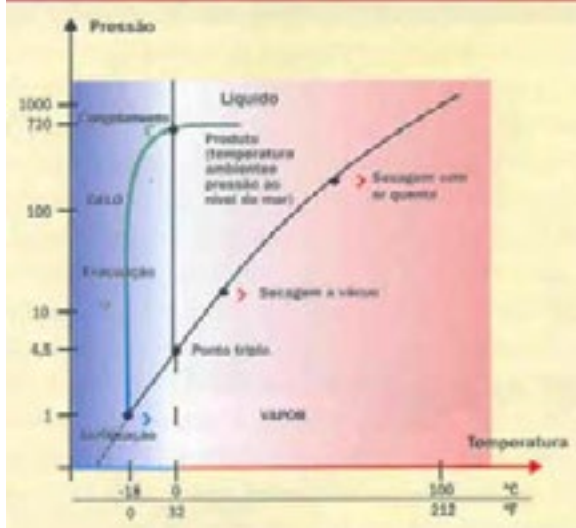
Se a pressão de vapor da água de um alimento é mantida abaixo de 4,58 Torr (610,5 Pa) e a água é congelada, quando o alimento é aquecido o gelo sólido sublima diretamente em vapor sem derreter. O vapor de água é continuamente retirado do alimento, mantendo a pressão no gabinete de liofilização abaixo da pressão de vapor na superfície do gelo, removendo o vapor com uma bomba de vácuo e condensando o mesmo em placas de refrigeração. À medida que a secagem procede, uma frente de sublimação se desloca no alimento congelado, deixando para trás um alimento parcialmente seco.

O vapor de água sai do alimento pelos canais formados pelo gelo sublimado, sendo removido. A Figura 2 apresenta o ciclo de liofilização.

Os alimentos são secos em duas fases: por sublimação ou dessecação primária, até atingir uma umidade de aproximadamente 15%, a uma temperatura inferior a -25°C e, depois, por desorção ou dessecação secundária, até atingir uma umidade residual de 2%, em temperatura de 20°C a 40°C , durante duas a seis horas, em função da espessura do produto. A desorção é atingida elevando a temperatura ambiente (os 20°C a 40°C mencionados acima), segurando uma baixa pressão. A quebra do vácuo é feita com um gás neutro (azoto ou dióxido de carbono) para evitar uma retomada de umidade; esse processo dura cerca de 20 minutos.

Em alguns alimentos líquidos (por exemplo, suco de frutas e extrato de café concentrado), a formação de um estado vítreo no congelamento causa dificuldades na transferência de vapor.

FIGURA 2 - CICLO DE LIOFILIZAÇÃO



Nesse caso, o líquido ou é congelado como uma espuma, ou é seco junto com a polpa. Ambos os métodos produzem canais dentro do alimento para o vapor escapar. Um terceiro método consiste em moer o suco congelado para produzir grânulos, que secam rapidamente e permitem melhor controle sobre o tamanho da partícula do alimento seco.

A taxa de secagem depende, principalmente, da resistência do alimento à transferência de calor, porém, com menor importância, da resistência ao fluxo de vapor (transferência de massa) por parte da frente de sublimação (veja Figura 3).

Já o processo de **atomização**, ou *spray drier*, pode ser aplicado a qualquer produto possível de bombear, ou seja, emulsões, pastas, soluções e suspensões de cereais e extratos de plantas, lácteos em geral, café e seus sucedâneos, leveduras, hidrolisados de proteínas, derivados marinhos, subprodutos de frigoríficos, ovos, frutas e extratos de frutas.

Basicamente, o processo de secagem por atomização consiste em pulverizar o produto dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente e, dessa maneira, consegue-se uma evaporação dos solventes, em geral água, obtendo-se uma separação ultra rápida dos sólidos e soluções contidas, com a mínima degradação do produto a secar, terminando esse processo com a recuperação do produto já em pó.

Atualmente, a atomização é um pro-

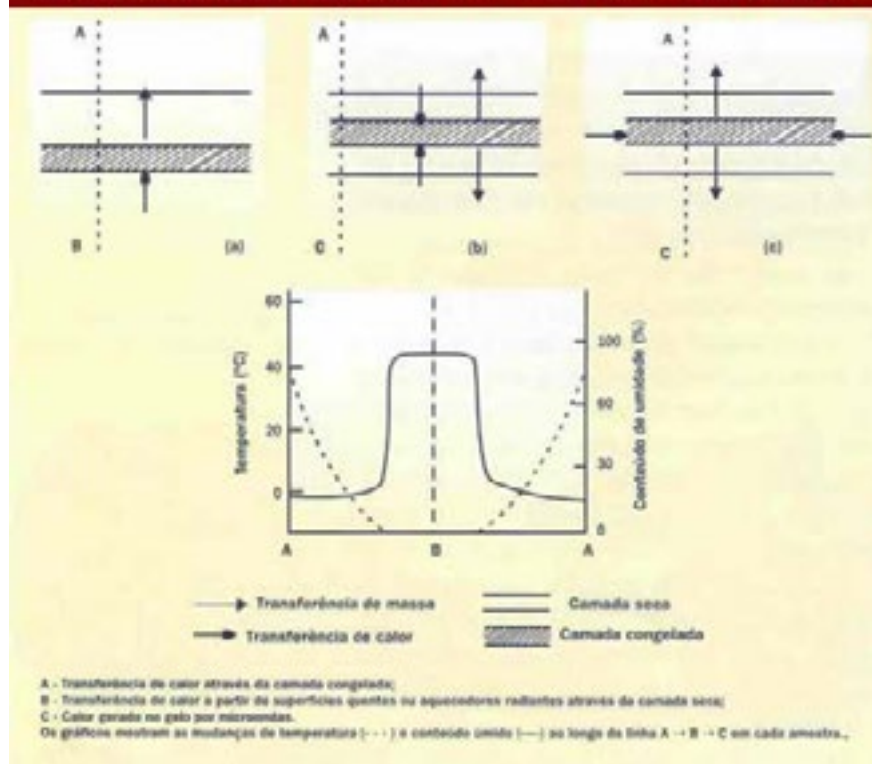
cesso flexível, com muitas possibilidades de controle dos parâmetros operacionais para obter a qualidade de pó desejada. A produção de pó consiste em vários processos diferentes, tais como homogeneização, pré-aquecimento do concentrado, atomização/aglomeração, secagem, lecitinação, reumidificação do aglomerado, e secagem/resfriamento final, sendo que todos eles podem ser controlados em um único sistema de secador.

Tecnicamente, uma fina dispersão de um alimento pré-concentrado (40% a 60% de umidade) é atomizada para formar finas gotinhas, que são borrifadas em uma câmara de secagem grande, em um fluxo de ar aquecido, a co- ou contracorrente, a uma temperatura de 200°C a 300°C. Existem vários tipos de bicos atomizadores e os mais usados são o centrífugo, de bico de pressão, de bico de fluido duplo, e de bico ultrassônico.

A secagem rápida (1 a 10 s) é obtida devido a área superficial muito grande das gotinhas. A taxa de alimentação é controlada para manter uma temperatura de ar de saída de 90°C a 100°C, que corresponde a uma temperatura úmida (temperatura do produto) de 40°C a 50°C, produzindo poucos danos ao alimento. O pó seco é coletado na base do secador usando um transportador de parafuso ou sistema pneumático com ciclone separador. Existe um grande número de designs de atomizadores, câmara de secagem, aquecedores de ar, e coletores de pó; esses diferentes modelos surgem dos diferentes requerimentos decorrentes da variedade muito grande de alimentos que podem ser atomizados (por exemplo, leite, ovos, café, cacau, chá, batata, *mix* para sorvete, manteiga, nata, iogurte, queijo em pó, suco de frutas, carne, aromas encapsulados, etc.).

As principais vantagens do processo de secagem por atomização são a secagem rápida, a produção contínua em larga escala, o baixo custo de mão de obra, e a operação e manutenção relativamente simples. As principais limitações são o alto custo de capital ini-

FIGURA 3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR E UMIDADE DURANTE A LIOFILIZAÇÃO





cial, e a necessidade de se trabalhar com um conteúdo de umidade do alimento relativamente alto para assegurar que o mesmo possa ser bombeado para o atomizador.

MICROBIOLOGIA DOS ALIMENTOS DESIDRATADOS

Os grupos de microorganismos importantes em alimentos consistem de várias espécies e tipos de bactérias, leveduras, fungos e vírus, apesar de algumas algas e protozoários, bem como alguns nematóides serem importantes nos alimentos. Bactérias, leveduras, fungos e vírus são importantes no processamento de alimentos devido a sua capacidade de causar doenças transmitidas por alimentos e a deterioração dos próprios alimentos. Muitas espécies de bactérias e alguns fungos e vírus são capazes de causar doenças transmitidas ao se consumir um alimento contaminado. A maioria das bactérias, fungos e leveduras, devido à sua capacidade de crescer em alimentos, pode causar deterioração dos alimentos. Várias espécies de bactérias, fungos e

leveduras são utilizadas para produzir alimentos fermentados e ingredientes alimentícios. Devido à presença deste grupo de microorganismos e a sua rápida taxa de crescimento, mesmo sob condições onde bolores e leveduras não podem crescer, eles são considerados os mais importantes na deterioração dos alimentos e doenças transmitidas por alimentos. A Figura 4 mostra as características dos microorganismos que atuam em alimentos.

A incidência de microorganismos em frutas e legumes frescos é comumente encontrada em sua superfície, o que requer cuidado para manter a qualidade sanitária das etapas de tratamento e as condições microbiológicas do produto

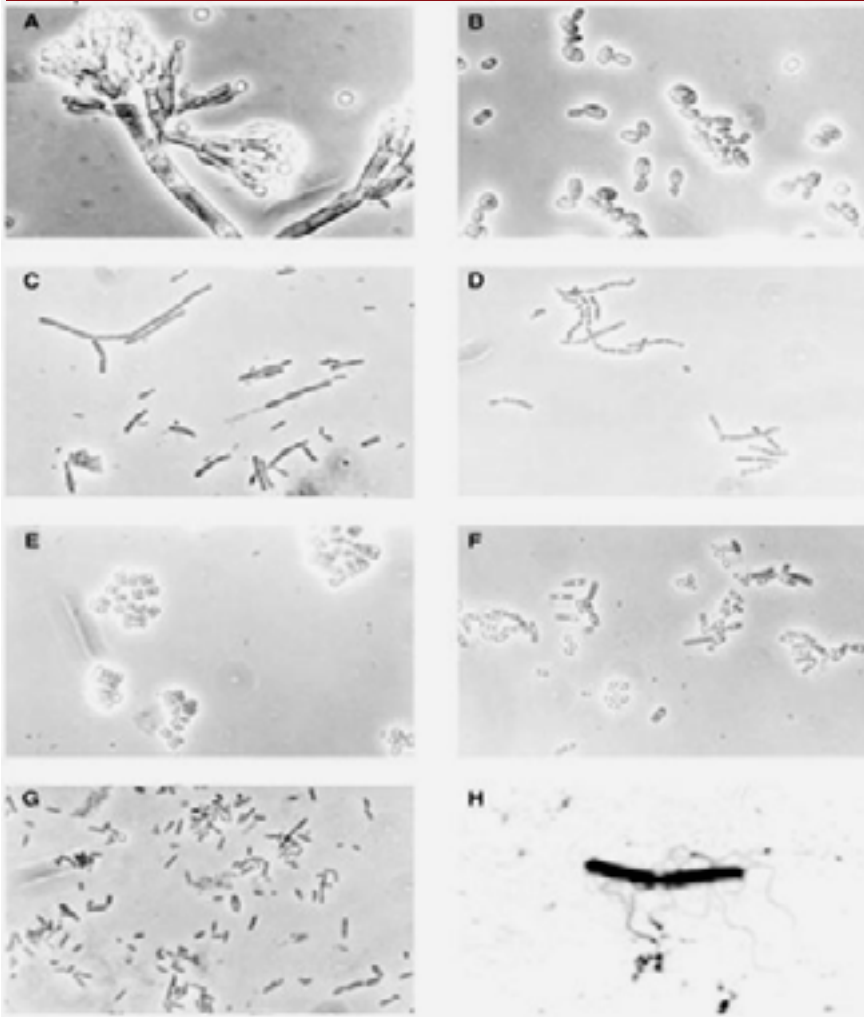
no momento do seu processamento.

A microbiologia dos alimentos antes de serem enviados para as fábricas processadoras, logicamente, é muito similar a todas as fábricas, e os alimentos se destinam à refrigeração, congelamento, enlatamento, desidratação ou qualquer outro processo de transformação. As frutas e hortaliças, após sua colheita, apresentam germes aderidos a sua casca provenientes do solo e das águas, assim como sua flora superficial natural, as partes danificadas das frutas e hortaliças contêm os microorganismos responsáveis pela sua decomposição e deterioração. O desenvolvimento de alguns destes microorganismos pode iniciar-se antes que os alimentos cheguem às fábricas de processamento, se os mesmos encontrarem condições ambientais satisfatórias para

o seu crescimento. Assim, as hortaliças armazenadas empilhadas podem gerar calor e promover o desenvolvimento superficial de microorganismos causadores de alteração de sabor e podridão no alimento. As carnes podem contaminarse por microorganismos de solo e dos manipuladores e utensílios utili-



FIGURA 4 – FOTOGRAFIA DA MORFOLOGIA MICROBIANA



(A) Fungos: *Penicillium* sp. (B) As leveduras: *Saccharomyces cerevisiae*, alguns botões de transporte. (C) Bactérias: *Bacillus* sp, simples e em cadeia. (D) Bactérias em forma esférica: *Streptococcus* sp, em cadeia. (E) Bactérias em forma esférica: tétrades. (F) Células de *Bacillus* levando esporos de centro, e fora do centro. (G) Células de *Clostridium*, alguns esporos terminal de carga. (H) Bactéria (*Clostridium* sp.) mostrando flagelos.

zados, podendo iniciar estas contaminação mesmo antes que cheguem as fábricas processadoras. O leite está sujeito a contaminação desde o momento da ordenha até o momento de ser enviado às fábricas, pois pode desenvolver-se determinados microorganismos que crescem a baixa temperatura.

O desenvolvimento microbiano nos alimentos antes da chegada a fábrica pode continuar o seu crescimento até o momento de ser processado, o que pode comprometer a qualidade final do produto. Os equipamentos de processo e os manipuladores também podem contribuir para a contaminação dos alimentos se não estiverem

adequadamente higienizados. Certos tratamentos prévios podem reduzir a carga microbiana, entretanto, outros tipos de tratamento podem contribuir para o aumento desta carga microbiana ou, ainda, os alimentos podem se contaminar após o seu tratamento.

A seleção e classificação de alguns alimentos, como frutas e hortaliças, ovos e leite, pode influir na qualidade e no tipo de microorganismos presentes. O descarte antes da desidratação dos alimentos contaminados ou das partes danificadas pode reduzir o número de microorganismos presentes no alimento.

A lavagem de frutas e hortaliças

com água tratada elimina os microorganismos aderentes em suas cascas e folhas; lembrando que a umidade na superfície favorece o desenvolvimento de microorganismos, portanto, após a lavagem os alimentos devem seguir imediatamente para o processamento. O branqueamento de verduras e frutas antes da desidratação pode reduzir em até 99% a carga bacteriana.

A aplicação de calor durante a desidratação reduz a carga microbiana, que dependerá do tipo e quantidade de microorganismos presentes no alimento e com o método utilizado para desidratação. A desidratação geralmente destrói todas as leveduras e a maioria das bactérias, mas não destrói seus esporos ou mesmo algumas formas vegetativas de determinadas bactérias termorresistente, que podem sobreviver ao processo de desidratação.

Se o processo de desidratação e as condições de armazenamento são adequadas, o desenvolvimento de microorganismos não deverá ocorrer. Durante o armazenamento há uma redução moderada do número de microorganismos, no princípio, bastante rápida e, após um período, mais lentamente. Os microorganismos termorresistentes, a desidratação são os que mais tarde podem desenvolver-se e comprometer a qualidade dos alimentos desidratados. Esta classe de microorganismos resistentes são os esporos bacterianos e fúngicos, alguns micrococcos e as microbactérias. Durante o envase e manipulação dos alimentos é grande o risco de recontaminação.

Os tratamentos especiais que são utilizados para certos alimentos na desidratação, têm influência sobre a carga microbiana. A pasteurização das frutas antes da desidratação permite a redução do número de microorganismos. Algumas frutas secas embaladas com filmes envolventes, como os figos e pêssegos, não oferecem boa proteção, podendo se recontaminar quando expostos ao ar ambiente.

A temperatura da água utilizada para reidratar as frutas secas novamente pode afetar a qualidade dos mesmos e favorecer o crescimento microbiano.

Para se evitar tais problemas a temperatura da água de reidratação

deve ser realizada a uma temperatura entre 85°C a 100°C. Há estudos de que *Staphylococcus aureus* pode sobreviver a liofilização e hidratação em uma temperatura de 60°C. Portanto, para não correr risco da contaminação novamente dos alimentos, é recomendado que a reidratação seja feita com a água a 100°C.

Microbiologia de determinados alimentos desidratados

A carga microbiana presente na maioria das frutas desidratadas varia de uma quantidade mínima até uma grande quantidade, conforme o método empregado no processo de desidratação. Nas frutas desidratadas os microorganismos se localizam principalmente na superfície das mesmas. O mais normal é que os esporos bacterianos se encontrem em maior quantidade do que as bactérias vivas que são eliminadas no processo de desidratação. Quando em qualquer porção das frutas secas ocorrer o desenvolvimento e esporulação de fungos, antes ou depois do processo de desidratação, é sinal de que a carga de esporos microbianos já é muito elevada, e irá comprometer a qualidade das frutas para o consumo.

A quantidade de microorganismos presentes nas hortaliças, imediatamente antes da desidratação, pode ser grande devido a contaminação e desenvolvimento após sofrer o processo de branqueamento; a porcentagem de



bactérias destruídas durante o processo de desidratação é geralmente menor em relação às frutas devido às hortaliças não serem ácidas. Durante a desidratação, os vegetais são mantidos na faixa de 80°C a 100°C para que ocorra a evaporação da água. No entanto, a temperatura interna nunca ultrapassa 35°C a 45°C, de forma que nos vegetais desidratados raramente ocorre a redução do nível de microorganismos; na realidade, pode ocorrer uma concentração em um volume menor de alimento. Se os equipamentos e utensílios utilizados para a desidratação não forem adequadamente sanitizados, algumas hortaliças, como cebola e batata, são atacadas por bactérias lácticas, fazendo com que as mesmas fiquem inutilizadas. Os microorganismos que são normalmente encontrados nas hortaliças desidratadas são bactérias, sendo as principais *Escherichia*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* e *Streptococcus*.

Em várias hortaliças desidratadas analisadas foram encontradas predominantemente *Lactobacillus* e *Leuconostoc*.

Em ovos desidratados predominam principalmente as bactérias, sendo a carga microbiana média ou elevada de-

pendendo do tratamento inicial dos ovos e dos métodos utilizados para a desidratação. A desidratação dos ovos reduz a carga microbiana originalmente aderida aos ovos, mas pode ainda conter boa parte desta carga microbiana se o processo de higienização não for adequado. Nos ovos são encontradas várias classes de microorganismos, como micrococcos, estreptococcos, coliformes, esporulados, mofo e fungos. A gema do ovo pode conter uma quantidade bem menor do que a clara, mas quando há rompimento da casca esta carga microbiana pode migrar também para a gema e rapidamente ocorre sua contaminação.

O leite em pó pode conter uma carga microbiana mínima ou alta, dependendo do tratamento inicial do leite e do processo utilizado para a sua desidratação. A desidratação em equipamentos de tambores giratórios normalmente destrói mais microorganismos do que no processo de atomização. Os principais microorganismos encontrados no leite em pó são: estreptococcos, termodúricos, micrococcos e esporulados.

Ainda hoje, os alimentos desidratados são tema de pesquisas científicas, que têm contribuído para o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e ingredientes para a indústria de alimentos.





Os consumidores são cientes dos benefícios de comer uma variedade de frutas e legumes. No entanto, o consumo desses alimentos essenciais está abaixo do consumo recomendado pela FAO. Isso pode ser atribuído à falta de tempo e habilidade das pessoas quando se trata da preparação (limpeza, descasque, corte) e do fato da vida útil dos produtos frescos ser curta.

A inclusão de frutos e vegetais em produtos alimentícios é uma tendência crescente. É uma das muitas soluções encontradas pela indústria para ajudar a aumentar o consumo de frutas e legumes, e para tornar as aplicações finais mais atraentes para os olhos do consumidor. A forma desidratada é amplamente utilizada em diversas aplicações, como sopas e bebidas em pó. Alguns fabricantes estão usando frutas e vegetais em pó em aplicações não-desidratadas (por exemplo, bebidas, iogurtes, etc.) devido a restrições logísticas (falta de capacidade de armazenamento de frutas e vegetais frescos, a vida útil curta, etc.).

O processo de secagem é uma tecnologia exigente. Se certas condições não forem respeitadas, os pós de frutas e vegetais podem perder sua cor, sabor e seu conteúdo

de nutrientes. Nos últimos 50 anos, as instalações de Bischofszell e Burgdorf, na Suíça, da empresa francesa Naturex, tem construído uma forte experiência e reputação na secagem de frutas e legumes. Sucos concentrados ou purês são secos a temperaturas muito baixas ou em tempo muito curto, a fim de evitar qualquer degradação e reter todo o sabor e cor da matéria-prima. Cada aplicação necessita de seu próprio fruto ou vegetal em pó. Portanto, a Naturex desenvolve uma grande variedade adaptada às necessidades de seus clientes. Oferece produtos com 100% de fruta e também produtos formulados com açúcar, amido, xarope de glucose e outros, que proporcionam uma textura específica para a partícula de fruta, por exemplo, crocante para uma barra de chocolate, ou cremoso para uma sopa.

Além da textura, a Naturex inovou com a introdução de novas variedades ou origens particulares de frutos. Recentemente, a empresa ampliou seu leque de pós de frutas com frutas amazônicas, como araza,

cupuaçu ou açaí; com frutas asiáticas, tais como goji ou mangostão, famoso por suas propriedades antioxidantes.

Por outro lado, a Naturex tem desenvolvido novos pós padronizados em vitaminas e outros micronutrientes (betacaroteno, licopeno) mais utilizados pelas indústrias de alimentos funcionais e nutracêuticos. Estes pós são totalmente naturais e formulados sem quaisquer solventes. São obtidos apenas a partir de processo físico, de frutas para o pó.

O maior sucesso da Naturex em 2011 foi o pó de acerola que contém 17% de vitamina C natural. As bebidas (instantâneas, em particular) e *snacks* doces são muito dinâmicos no momento, principalmente quanto ao seu conteúdo e reivindicações. Fabricantes de bebidas instantâneas utilizam sabores de frutas naturais em suas misturas. Hoje em dia, estão usando cada vez mais suco de frutas em pó para promover nos seus rótulos o “teor de fruta real” e sua equivalência em termos de uma porção de fruta, em seus produtos. Para o setor de *snacks* doces, a Naturex trabalha, agora, com fabricantes de chocolate que estão buscando a inclusão de frutas em suas barras e confeitados. As indústrias de doces, bolachas, confeitados e biscoitos são indústrias muito ativas e inovadoras em termos de frutas desidratadas.

Naturex Ingredientes Naturais Ltda.

Tel.: (11) 3372-2500

www.naturex.com



Foto: Nutramax