



VEGETAIS DESIDRATADOS

A desidratação é uma técnica milenar utilizada para conservação de alimentos. Até hoje é tema de pesquisas científicas, que têm contribuído para o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e ingredientes para a indústria de alimentos.

INTRODUÇÃO

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 necessitarem de refrigeração durante o armazenamento e transporte.

As frutas e as hortaliças podem ser desidratadas por diferentes métodos. O mais comum no Brasil é a desidratação em secadores do tipo cabine com bandejas e circulação forçada de ar quente. Nos últimos 10 anos, com o surgimento de secadores dimensionados corretamente e com preços mais acessíveis às empresas de pequeno e médio porte, fez com que os produtos existentes fossem melhorados e que outros produtos fossem desenvolvidos.

Os vegetais desidratados são empregados como condimentos, na formulação de outros alimentos e, principalmente, na elaboração de sopas.

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.

Entre as principais formas de conservação estão a dessecação e a desidratação. Industrialmente, a desidratação é definida como secagem (retirada de água) pelo

calor produzido artificialmente sob condições de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controlado. Dessecação tem, em essência, o mesmo significado de desidratação, sendo mais genérico e às vezes usado para se referir a produtos de secagem ao sol. Tanto a desidratação quanto a secagem referem-se a um sistema de remoção de água por intermédio de um processo que, em geral, segue regras bastante simples. Em resumo, o aumento da temperatura do produto a ser desidratado força a evaporação da água, enquanto a circulação do ar remove a umidade evaporada.

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 microrganismos ou outras reações de ordem química. Pela remoção da água resulta, ainda, uma maior facilidade 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 operação de desidratação merece destaque pela influência que tem nos aspectos técnicos e econômicos. Nos últimos anos, muita atenção tem sido dada à qualidade do produto final, a qual pode ser caracterizada pela aparência, cor, textura, gosto, retenção de nutrientes e outras propriedades físicas, como a densidade. Estas qualidades dependem do método e das condições de secagem, bem como dos pré-tratamentos empregados.

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 desidratados 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 tem 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 servindo a duas finalidades:

- Conduzir calor para o produto: a pressão de vapor da água do alimento é aumentada pelo aquecimento do produto, facilitando, assim, a saída de umidade. 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).

- Absorver umidade do produto: 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.

CURVA DE SECAGEM

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 4 horas e mais 4 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. Isto é chamado de período de velocidade constante, e conforme pode ser visto na Figura 1, estende-se por 4 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 consequência 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 a superfície do que a umidade superficial tinha no início da secagem. A 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.

ATIVIDADE DE ÁGUA (AA) NO PRODUTO DESIDRATADO

A atividade de água é uma das propriedades mais importante 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 abaixo:

$$Aa = P/Po$$

Em que:

P = pressão parcial de vapor da água no alimento

Po = pressão de vapor da água pura

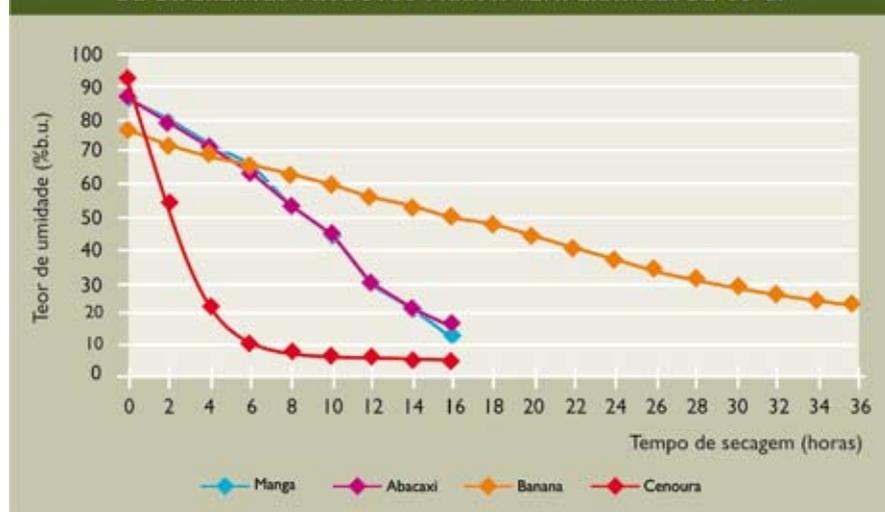
A atividade de água de qualquer

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.

PARÂMETROS DE QUALIDADE EM ALIMENTOS DESIDRATADOS

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, textura e tendo muitas vezes uma reidratação deficiente. A contração de volume e o endurecimento (formação de casca na superfície) do produto são

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



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 ocorrem 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 a atividade de microrganismos.

As mudanças na cor tem 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 sulfuração ou sulfitação, geralmente tornam-se castanhos devido a 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 frutas devem ser tratadas 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 ácido ascórbico e o dióxido de enxofre (SO₂).

O pré-tratamento com esses agentes tem como principais finalidades:

- preservação da cor natural dos alimentos.
- prolongar a armazenagem.

- retardar as perdas de vitamina C.
- prevenir a deterioração microbiana.

O método mais utilizado pela indústria alimentícia para controle do escurecimento enzimático consiste no emprego de agentes sulfitantes devido a sua grande eficácia e amplo espectro de utilização. O agente sulfitante mais utilizado no tratamento pré-secagem é o dióxido de enxofre SO₂. O SO₂ devido a sua ação redutora e propriedades inibidoras de enzimas, evita as reações enzimáticas e oxidativas que ocorrem durante a desidratação. O SO₂ 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 (Na₂S₂O₅).

Uma vez que o maior mercado 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.

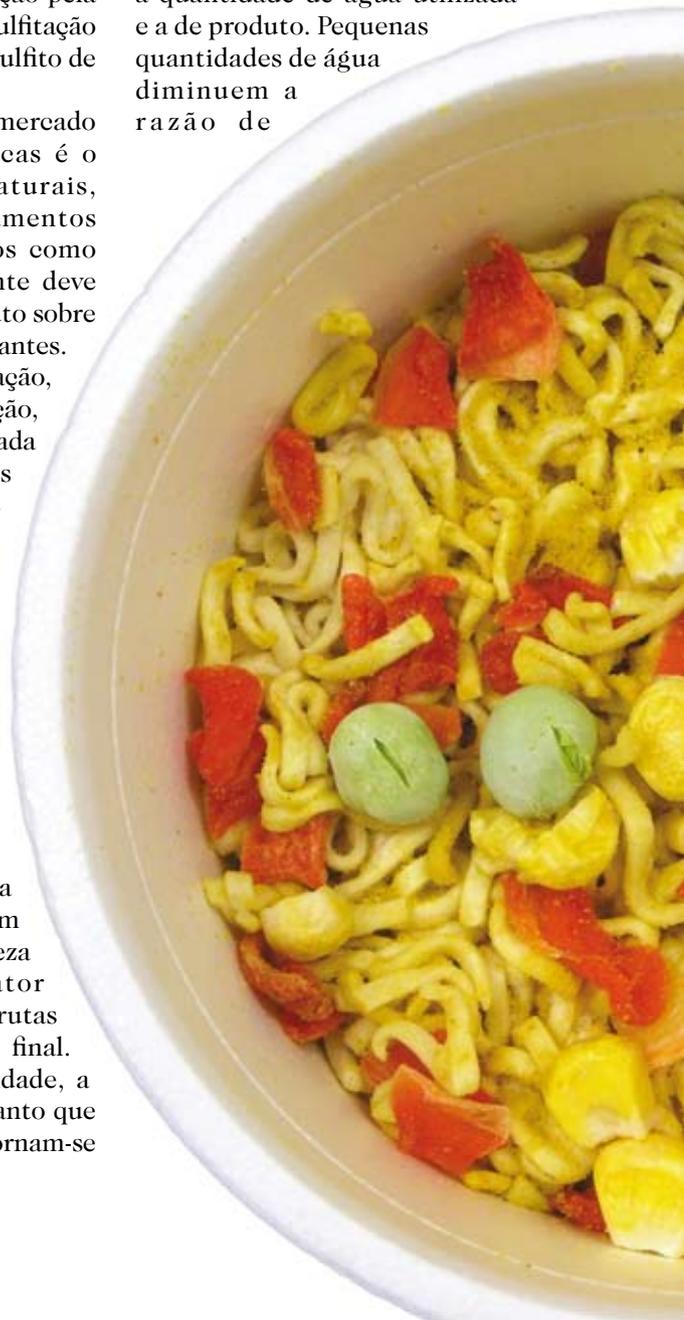
As alterações no sabor das frutas secas seguem estreitamente as mudanças na coloração, sendo em alguns casos desejáveis essas mudanças.

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.

O PROCESSAMENTO

A desidratação de vegetais é um processamento relativamente simples. No entanto, a qualidade do produto final vai depender basicamente dos aspectos relacionados à qualidade da matéria-prima e dos cuidados que se deve ter durante as etapas de manipulação, desde o preparo até o acondicionamento do produto pronto na embalagem.

Podem ser utilizadas diferentes matérias-primas, desde que ainda apresentem uma boa aparência, sem estarem deteriorados, excessivamente maduros ou machucados, para que suas qualidades nutricionais sejam preservadas. A seguir são apresentadas cada uma das etapas do processamento de hortaliças desidratadas, ressaltando que cada uma das etapas ou seqüência das mesmas pode sofrer alterações em função do produto que será desidratado.

Recepção. Apesar de não ser uma etapa do processamento, é de fundamental importância para a garantia do processo como um todo. Os controles de recebimento das matérias-primas são realizados nessa etapa, ou seja, as pesagens, retiradas de amostras para análises e também uma pré-avaliação visual do lote recebido. Apesagem do material recebido será importante para a verificação do rendimento final do lote processado e, conseqüentemente, do seu custo final de produção.

Seleção e classificação. A seleção pode ser feita quando a matéria-prima é recebida na indústria. Esta etapa pode ser realizada após a lavagem, quando as características físicas da matéria-prima ficam mais aparentes. A escolha do melhor momento de se realizar a seleção dependerá também da escala de

produção, da estrutura da fábrica e dos equipamentos disponíveis. Normalmente, a seleção é realizada manualmente sobre esteiras, mas dependendo da matéria-prima pode ser realizada mecanicamente. Os fatores que devem ser considerados na seleção são tamanho e forma, cor, textura, densidade, manchas e presença de insetos. As vantagens de se trabalhar com material classificado está no desempenho e rendimento dos equipamentos de descascamento e corte, necessitando de menos ajustes e regulações, na melhor uniformidade das operações de branqueamento e desidratação, além da qualidade do produto final.

Lavagem. As hortaliças, por exemplo, podem ser lavadas em água por três maneiras diferentes e, mais uma vez, deve-se observar que a escolha do processo de lavagem está relacionado com a capacidade produtiva da fábrica como um todo. Os principais métodos são:

- **Lavagem por imersão:** A imersão não é por si só um meio eficiente de remover as impurezas, mas é útil como um tratamento preliminar da lavagem por agitação ou por chuveiro. Se este for o único meio de lavagem adotado pela indústria, é importante que seja realizado em pelo menos três etapas. A utilização de cloro na dosagem correta e tempo de imersão em cada estágio da lavagem é fundamental para uma eficiente desinfecção da matéria-prima. A troca de água deve ser realizada com frequência, do contrário os tanques se tornam focos de contaminação.

- **Lavagem por agitação na água:** Quando as frutas ou determinadas hortaliças são submetidas à agitação em água, a eficiência do processo de imersão é consideravelmente aumentada. A agitação pode ser feita por agitadores simples, por ar comprimido, por meio de bombas ou por meio de hélices que se encontram isoladas do produto por meio de uma caixa de tela resistente.

- **Lavagem por jatos de água:** É o método mais eficiente para a lavagem dos alimentos. Deve ser combinado com uma etapa de imersão antes da passagem pelo chuveiro, para



NOVA SUGESTÃO DO CHEF:

ERVAS, ESPECIARIAS E VEGETAIS DESIDRATADOS



A Tradal Brazil apresenta a sua nova linha de produtos, proporcionando controles de qualidade como: produtos descontaminados; homologação e inspeção dos produtos adquiridos; documentos de qualidade e registros; rastreabilidade; processos operacionais padronizados; tratamento de não conformidades; ações corretivas e preventivas e laudos de análises específicos.

aipo • alecrim • alho • anis • batata • beterraba
canela • cebola • cenoura • coentro • cominho
cravo • cúrcuma • erva doce • espinafre
gingibre • gergelim • hortelã • louro • manjeriço
manjerona • mostarda • noz moscada • orégano
páprica • pimenta • pimentão • salsa • seasoning
spice mix • tomate

TB
TRADAL BRAZIL

promover o amolecimento das sujidades aderidas ao alimento. A sua eficiência depende da pressão, do volume e também da distância dos bicos do chuveiro em relação ao material a ser lavado. É importante que toda a superfície do material seja atingida pelos jatos de água. Assim, os jatos de água são colocados acima e abaixo da esteira perfurada que transporta a matéria-prima, ou então são utilizados tambores giratórios perfurados, ligeiramente inclinados, e com jatos de água.

Descascamento. A maioria das frutas e alguns vegetais precisam ser descascados para serem desidratados. Muitas variáveis estão envolvidas na operação de descascamento e muitas delas têm que ser bem controladas pelo operador. Fatores como grau de maturação, machucaduras ou manchas na casca, tipo de tratamento no armazenamento e outros, deverão ser devidamente ponderados pelo operador para ajustar o processo para uma eficiência máxima. A margem de lucro em uma indústria de desidratação depende muita da eficiência da operação de descascamento, a qual, por sua vez determina o rendimento do produto e a extensão do trabalho durante a aparração. Os métodos de descascamento correntemente usados podem ser classificados em três tipos gerais: mecânico, químico e térmico.

- **Mecânico:** O principal tipo de descascamento mecânico é por abrasão, utilizado principalmente para vegetais do tipo raiz e algumas frutas. É constituído por um cilindro metálico com superfície interna coberta por material abrasivo e que gira com velocidade controlada. As cascas são retiradas e eliminadas por jatos de água que lavam o material.

- **Químico:** Muitos tipos diferentes de tratamentos químicos para o descascamento de frutas e vegetais têm sido investigados, mas o método consagrado é aquele que utiliza soluções de hidróxido de sódio a quente. O descascamento com soda é indicado para a maioria

das raízes vegetais e algumas frutas, podendo ser feito através de operações descontínuas ou contínuas.

- **Térmico:** O descascamento térmico pode ser realizado através da exposição direta da matéria-prima a uma chama com temperatura de 540°C, ou superior, e posteriormente lavadas em lavadores rotatórios com aspersores. Outro método utilizado é o tratamento da matéria-prima em um meio aquecido, como água, óleo ou vapor.

Aparração. Após o descascamento, uma aparração final feita manualmente é necessária para remover a casca residual, “olhos” profundos, áreas descoloridas, lesões e machucaduras, porções podres, porções estragadas por ataques de insetos e outros defeitos. A maior parte do trabalho manual requerido pela matéria-prima é utilizada nesta operação. É neste ponto que os benefícios de uma operação de descascamento eficiente se tornam evidentes

Corte. Os alimentos preparados até este estágio poderão ser cortados em cubos, fatias, anéis, rodela e outras formas. O tipo de corte deve ser definido em conformidade com as necessidades do mercado, porém outros fatores importantes devem ser considerados, como a capacidade de carga das bandejas do secador, o tempo de secagem, a eficiência dos tratamentos pré-secagem, quando necessários, entre outros.

O corte, no caso de algumas frutas e hortaliças, pode ser realizado por processadores de alimentos específicos ou manualmente. É de fundamental importância que a espessura ou as dimensões dos pedaços sejam as mais uniformes possíveis para que se obtenha o máximo de uniformidade durante a secagem. Quando isto não acontece, ocorre em uma mesma bandeja a presença de pedaços secos e outros parcialmente secos e isto pode causar problemas sérios de desenvolvimento de microrganismos se estes alimentos forem embalados.

Tratamentos de pré-secagem.

A sulfuração é o método mais apropriado para o tratamento da maioria das frutas. Deve ser realizada dentro de câmaras herméticas para que a distribuição do gás no seu interior seja o mais uniforme possível na superfície das frutas. A sulfuração dentro de câmaras herméticas é simples e de baixo custo, porém apresenta o inconveniente de não se conseguir um controle preciso da operação.

O teor residual de SO₂ livre não deve ultrapassar a 100ppm ou 0,01g/100g de produto na base úmida. Sendo assim, recomenda-se que periodicamente sejam realizados testes preliminares, avaliando-se, por meio de análises, o teor de SO₂ na fruta seca. O SO₂ não é um gás explosivo e sim corrosivo e altamente tóxico, devendo o operador ao abrir as câmaras utilizar máscaras e protetor para os olhos.

A sulfitação é realizada com a imersão da fruta e também de boa parte das hortaliças em solução aquosa de bissulfito de sódio (Na₂S₂O₅), por tempo determinado. Indica-se este tratamento quando se está lidando com produção em pequena ou média escala. O tratamento com ácido ascórbico (vitamina C) tem sido empregado com sucesso para prevenir o escurecimento de frutas. Outra alternativa que tem se mostrado eficiente é a imersão das frutas em uma solução com 0,3% de ácido ascórbico e 0,2% de ácido cítrico, por 5 minutos.

O branqueamento é um processo térmico de curto tempo de aplicação, com características de pré-tratamento, pois precede o início de outros processos de elaboração industrial. Os métodos geralmente utilizados são: branqueamento por imersão em água quente ou branqueamento com vapor de água.

Para serem desidratados, a maioria dos vegetais devem passar pela etapa de branqueamento. Neste caso os principais objetivos são:

- Produzir a inativação de enzimas

que afetam a qualidade dos produtos durante e depois do processamento. A peroxidase e a catalase são as enzimas mais resistentes ao calor, servindo como indicadores de um bom branqueamento.

- Promover um cozimento parcial dos alimentos, tornando as membranas celulares mais permeáveis à transferência de umidade, aumentando assim a velocidade de secagem. O branqueamento torna a reidratação mais rápida e mais completa.

- Auxiliar na descontaminação dos alimentos, reduzindo a quantidade de microrganismos de sua superfície.

- Favorecer a fixação da coloração de certos pigmentos de vegetais.

A duração do tratamento varia com a consistência e com o tamanho do material, podendo ser de 2 a 10 minutos, a uma temperatura de 70°C a 90°C. Após o branqueamento, os vegetais são resfriados rapidamente, até a temperatura ambiente, para evitar o amolecimento excessivo dos tecidos.

O branqueamento em água quente é menos recomendável em muitos casos do que o branqueamento com vapor, por apresentar o inconveniente da água dissolver muitas das vitaminas, minerais, açúcares e outras substâncias solúveis.

Durante o branqueamento, o tempo de exposição ao meio de aquecimento para um determinado alimento é função de diferentes fatores, como:

- Temperatura: deve ser controlada e mantida por todo branqueamento.

- Tamanho dos pedaços: todas as partes dos produtos devem atingir a temperatura mínima de 90°C para uma efetiva inativação. O tempo necessário varia de acordo com o tamanho dos pedaços.

- Camada de produto: deve permitir que o calor penetre em toda camada atingindo todos os pedaços.

- Meio de branqueamento: para uma mesma temperatura a água requer menor tempo que o branqueamento a vapor.

Condicionamento. O objetivo do condicionamento é uniformizar a umidade entre as frutas. Estádios de maturação diferentes dentro de um mesmo lote de frutas a serem processadas, pedaços de diferentes tamanhos e problemas de distribuição de ar dentro da câmara de secagem podem no final apresentar frutas com diferentes teores de umidade final.

O condicionamento deve ser feito após as frutas atingirem a temperatura ambiente. É feito sob condições herméticas, em sacos plásticos de polietileno com 25mm de espessura por parede para uma capacidade de 5 a 10 kg de fruta seca. Os pacotes

As frutas e as hortaliças podem ser desidratadas por diferentes métodos. O mais comum no Brasil é a desidratação em secadores do tipo cabine com bandejas e circulação forçada de ar quente.

ser colocados dentro de caixas de papelão e armazenadas em local fresco e arejado. O ideal é acondicionar as frutas secas por um período de 10 a 15 dias à temperatura ambiente, embora na prática este período nem sempre tem sido respeitado. Durante o período de condicionamento não deverá ocorrer condensação da umidade na superfície das frutas secas. Se isto ocorrer é porque o produto está com teor de umidade superior a 25%, o que o tornará impróprio para comercialização.

Peneiramento. Durante o processamento dos vegetais, nas operações de corte, carregamento e descarregamento das bandejas, são formados fragmentos dos pedaços maiores. Estes fragmentos,

denominados de “finos”, devem ser retirados através de peneiramento realizado em máquinas vibratórias.

A necessidade de retirada dessas partículas obedece aos critérios pré-estabelecidos pelas empresas no momento da compra dos produtos desidratados, ou seja, o comprador especifica o tamanho do produto que deseja e o fornecedor deve classificá-lo por tamanho.

Embalagem. Os vegetais após a desidratação apresentam teor de umidade em torno de 5%, portanto, se não forem embalados adequadamente podem absorver umidade novamente e perder qualidade rapidamente. Para a embalagem utilizam-se diferentes tipos de materiais, dependendo do tipo de vegetal desidratado, tais como celofane (banana, mamão, abacaxi), sacos de polietileno de alta densidade (alho, cebola, cenoura, abóbora, condimentos, folhosas), sacos com revestimento de polietileno e alumínio (maçã), para melhor manutenção de suas características e constituir uma barreira contra reidratação ou ataque por insetos. Para facilitar a distribuição, o produto embalado deve ser identificado corretamente.

Os produtos desidratados corretamente embalados devem ser armazenados em local seco e limpo. Se mantidas as condições de armazenamento, o produto tem uma validade de quatro meses.

ALGUNS EXEMPLOS DE PROCESSO DE PRODUÇÃO

A seguir são apresentados os processos de produção de vegetais desidratados para tomate seco, cenoura, cebola e pimentão.

TOMATE

Devido a seu grande sucesso no Brasil, o tomate seco em conserva tem demonstrado uma excelente alternativa de desenvolvimento agroindustrial. Outro fator que contribui para a viabilidade do negócio

é que o tomate que interessa para a produção de tomate seco é o tomate maduro, considerado como descarte do processo de seleção e classificação para o mercado de produto *in natura*. Para o processamento de tomates para produção de conserva, preferencialmente, os tomates devem vir do campo previamente selecionados e classificados, com ponto de maturação uniforme, coloração vermelho acentuado. Pode ser necessária a realização de uma operação de “repasso”, ou seja, repassar os tomates de uma caixa para outra, fazendo uma pré-seleção em relação à cor e tamanho. Para se obter um rendimento elevado é importante a utilização de variedades com elevado teor de sólidos.

A lavagem pode ser feita em lavadores de imersão de três estágios com concentração de cloro de 100ppm, na primeira lavagem por

Os tomates destinados ao preparo de conserva devem ser cortados ao meio no sentido longitudinal com o auxílio de facas de aço inoxidável. As sementes devem ser retiradas e os tomates que apresentarem defeitos na pele devem ser trabalhados de tal forma que estas partes sejam retiradas, caso contrário à qualidade do produto final será comprometida.

O teor residual de sal nos tomates deve ser definido em função dos produtos já existentes no mercado ou de acordo com as exigências de um cliente específico.

A salmoura é preparada a 5%, ou seja, para cada litro de água, serão adicionados 50g de sal. Coloca-se o sal num recipiente com água misturando-se até que os cristais fiquem totalmente dissolvidos. Depois de misturada a solução, coloca-se os tomates e aguarda-se

polpa, o tamanho de cada metade, a distribuição de ar dentro do desidratador são alguns dos fatores que podem interferir no tempo de secagem. Sendo assim, é preciso que o operador seja treinado para identificar o ponto ideal de secagem através do visual e do tato para evitar perdas decorrentes de uma secagem excessiva.

Não existe um padrão muito bem definido pelo mercado quanto ao teor de umidade final do tomate. Portanto, a obtenção de tomates mais secos, ou seja, com teor de umidade final mais baixo, dependerá exclusivamente de um tempo de secagem mais prolongado. Neste caso, não se pode perder de vista os fatores relacionados ao custo do produto final.

O tipo do tempero a ser utilizado depende do custo final e das exigências do mercado, portanto,

Os vegetais desidratados são empregados como condimentos, na formulação de outros alimentos e, principalmente, na elaboração de sopas.

20 minutos. Depois do primeiro banho por imersão os tomates são colocados no segundo tanque, onde é feita a remoção das impurezas remanescentes. Esse banho também deve ser feito com água tratada em uma concentração de cloro de 50ppm durante 10 minutos. No terceiro estágio a lavagem é feita sem a adição de cloro.

Após a lavagem os tomates são conduzidos para o interior da fábrica através de uma esteira dotada de bancadas laterais para trabalho. Dependendo da escala de produção, podem ser transportados em caixas plásticas previamente higienizadas e o trabalho realizado sobre mesas com tampo de aço inoxidável. Durante a seleção devem ser retirados os tomates que não estejam perfeitamente maduros, ou seja, aqueles que apresentem partes amarelas ou verdes devem retornar para o armazenamento para que sejam processados em outro lote.

por 30 minutos. A proporção entre salmoura e tomate pode ser de 3 litros para cada quilo de tomate.

Depois de retirados da salmoura, os tomates são distribuídos sobre as bandejas de secagem a razão de 8 a 9kg/m². A temperatura do ar de secagem deve ser ajustada para 65°C a 70°C e as bandejas devem ser giradas de 180° a cada duas horas, para que se reduza o tempo de secagem e se obtenha um produto com teor de umidade final uniforme.

Para as condições de secagem apresentadas acima, o tempo de secagem para os tomates com teor de umidade final entre 50% e 55%, base úmida, é de aproximadamente 14 a 16 horas, em desidratadores do tipo cabine com bandejas fixas e circulação forçada de ar quente.

É importante saber que dificilmente todas as metades de tomates secam ao mesmo tempo. O ponto de maturação, a espessura da

uma pesquisa de mercado pode ser interessante na tomada da decisão. Aqui, apresentamos como sugestão a seguinte formulação:

- 80% de óleo de girassol + 20% de azeite de oliva + orégano.

Antes do envase propriamente dito deve-se lavar e esterilizar os vidros e as tampas. A esterilização deve ser feita em água em ebulição durante 15 minutos.

Para vidros com volume de 250ml pode-se montar a conserva com 155g de tomate seco e 85g do tempero. Em seguida, para inibir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, deve-se realizar a pasteurização em água em ebulição por 15 a 20 minutos. Depois de frios devem ser rotulados e lacrados.

Ao desenvolver o rótulo do produto, verifique na nova legislação as informações obrigatórias que o mesmo deve conter, tais como informações completas sobre os dados da empresa fabricante, peso

líquido e peso líquido drenado do produto, tabela nutricional completa, entre outras.

O procedimento ideal antes da comercialização das conservas é que elas sejam estocadas em local ventilado e sem a incidência de raios solares durante, no mínimo, 10 dias.

CENOURA

Para pequenas e médias escalas de produção, a lavagem pode ser realizada em lavadores de imersão de três estágios com agitação. Para a cenoura, na primeira lavagem, a concentração de cloro ideal deve ser de 100ppm e o tempo de imersão de 5 minutos. Depois do primeiro banho as cenouras são colocadas no segundo tanque, onde é feita a remoção das impurezas remanescentes. Este banho também deve ser feito com água tratada numa concentração de cloro de 100ppm durante 5 minutos. No terceiro estágio é realizada apenas uma enxaguagem do produto com água a 50ppm de cloro. Após a lavagem as cenouras são conduzidas para o interior da fábrica através de uma esteira dotada de bancadas laterais para trabalho, onde as extremidades são cortadas e partes podres ou injuriadas são retiradas. O descascamento é feito por abrasão em descascadores rotativos.

Depois do descascamento pode ser necessário uma nova lavagem das cenouras para retirada dos resíduos de casca.

O tipo de corte das cenouras deve ser definido em função da sua aplicação final. O corte na forma de cubos e raspas são os mais comuns. Esta operação é realizada em processadores de alimentos que permitem, através da troca dos discos de corte, que se escolha o tipo de corte desejado.

O branqueamento é uma das etapas mais importantes para a obtenção de vegetais desidratados de boa qualidade. Pode ser realizado em tachos a vapor ou em branqueadores industriais, projetados para este fim. Para cenouras cortadas na forma de raspas o branqueamento é realizado em água em ebulição por



60 segundos. Imediatamente após o escorrimento o produto deve ser resfriado com água a temperatura ambiente, evitando assim um cozimento excessivo. Durante o resfriamento pode ser realizada a sulfitação das cenouras em solução aquosa de bissulfito de sódio com concentração de 500ppm, por 5 minutos. Para reduzir o excesso de água proveniente da operação de branqueamento, as cenouras podem ser centrifugadas.

Após o branqueamento as cenouras são distribuídas sobre as bandejas de secagem a uma razão de aproximadamente 4kg/m².

A temperatura do ar de secagem deve ser ajustada para 65°C a 70°C e as bandejas devem ser giradas de 180° a cada uma hora, para que se reduza o tempo de secagem e se obtenha um teor de umidade final uniforme.

Para as condições de secagem apresentadas acima, o tempo de secagem para cenouras cortadas na forma de raspas é de aproximadamente 7 a 8 horas.

Após a desidratação as cenouras passam pelo peneiramento para classificação por tamanho e retirada dos finos.

Imediatamente após a desidratação as cenouras devem ser embaladas em sacos de polipropileno e depois acondicionados em caixas de papelão para protegê-las da ação luz, que é um dos fatores que causam a oxidação do caroteno, pigmento predominante nas cenouras. A oxidação resulta na perda da cor e no desenvolvimento de sabor e odor estranhos.

CEBOLA

Para pequenas e médias escalas de produção a lavagem pode ser realizada em lavadores de imersão de três estágios com agitação. Na primeira lavagem, a concentração de cloro deve ser de 100ppm e o tempo de imersão de 5 minutos. Depois do primeiro banho as cebolas são colocadas no segundo tanque, onde é feita a remoção das impurezas remanescentes. Este banho também deve ser feito com água tratada numa concentração de

cloro de 100ppm durante 5 minutos. No terceiro estágio é realizada apenas uma enxaguagem do produto com água a 50ppm de cloro.

Após a lavagem as cebolas são conduzidas para o interior da fábrica através de uma esteira dotada de bancadas laterais para trabalho, onde as extremidades são cortadas e partes podres ou injuriadas são retiradas. O descascamento é feito por abrasão em descascadores rotativos próprios para cebola.

Depois do descascamento pode ser necessária uma nova lavagem para retirada dos resíduos de casca remanescente.

O tipo de corte das cebolas deve ser definido em função da sua aplicação final e da especificação do cliente. O corte no formato de cubos é o mais comum. Esta operação é realizada em processadores de alimentos que permitem, através da troca dos discos de corte, que se escolha o tipo de corte desejado.

Para se obter um produto com coloração mais clara e reduzir as perdas de ácido ascórbico é conveniente que se faça uma breve sulfitação das cebolas, durante 1 a 2 minutos em solução contendo SO₂ na forma de bissulfito de sódio, na concentração de 500ppm.

Após o corte as cebolas são distribuídas sobre as bandejas de secagem a uma razão de aproximadamente 4kg/m².

A temperatura do ar de secagem deve ser ajustada para 65°C a 70°C e as bandejas devem ser giradas de 180° a cada uma hora, para que se reduza o tempo de secagem e se obtenha um teor de umidade final uniforme.

Para as condições de secagem apresentadas acima, o tempo de secagem será de aproximadamente 7 a 8 horas.

Após a desidratação as cebolas passam pelo peneiramento para classificação por tamanho e retirada dos finos.

Imediatamente após a desidratação as cebolas devem ser embaladas em sacos de polipropileno e depois acondicionados em caixas de papelão para protegê-las da ação luz.

PIMENTÃO

Para pequenas e médias escalas de produção, a lavagem pode ser realizada em lavadores de imersão de três estágios com agitação. Na primeira lavagem, a concentração de cloro deve ser de 100ppm e o tempo de imersão de 5 minutos. Depois do primeiro banho os pimentões são colocados no segundo tanque onde é feita a remoção das impurezas remanescentes. Este banho também deve ser feito com água tratada numa concentração de cloro de 100ppm durante 5 minutos. No terceiro estágio é realizada apenas uma enxaguagem do produto com água a 50ppm de cloro.

Após a lavagem os pimentões são conduzidas para o interior da fábrica através de uma esteira dotada de bancadas laterais para trabalho, onde o pedúnculo é retirado e as partes podres ou injuriadas são retiradas.

Para a retirada das sementes, quando houver a necessidade, uma lavagem adicional em água é o suficiente.

Os pimentões são cortados na forma de cubos ou conforme sua aplicação final. Esta operação é realizada em processadores de alimentos.

Após o corte os pimentões são distribuídas sobre as bandejas de secagem a uma razão de aproximadamente 4kg/m².

A temperatura do ar de secagem deve ser ajustada para 60°C a 65°C e as bandejas devem ser giradas de 180° a cada uma hora, para que se reduza o tempo de secagem e se obtenha um teor de umidade final uniforme.

Para as condições de secagem apresentadas acima, o tempo de secagem será de aproximadamente 7 a 8 horas.

Após a desidratação os pimentões passam pelo peneiramento para classificação por tamanho e retirada dos finos.

Imediatamente após a desidratação os pimentões devem ser embalados em sacos de polipropileno e depois acondicionados em caixas de papelão para protegê-los da ação luz.

CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SECAGEM

Existem diversos tipos de desidratadores usados normalmente e uma série de outros, patenteados mas que não apresentam importância prática muito grande.

A escolha de um determinado tipo é ditada pela natureza do produto que vai ser desidratado, pela forma que se deseja dar ao produto processado, pelo fator econômico e pelas condições de operação.

Os equipamentos de secagem podem ser classificados de diversas maneiras, por exemplo, de acordo com o fluxo de carga e descarga (contínuo ou intermitente), pressão utilizada (atmosférica ou vácuo), método de aquecimento (direto ou indireto), ou ainda de acordo com o sistema utilizado para o fornecimento de calor (convecção, condução, radiação ou dielétrico).

A desidratação de alimentos é verdadeiramente uma área onde os cientistas e os engenheiros de alimentos devem trabalhar juntos para alcançar ótimos resultados.

Existem relações matemáticas entre cada uma das principais variáveis que governam o processo de secagem e de transferência de calor e massa. Devido às peculiaridades de cada produto, as melhores condições de secagem para um produto, raramente são as mesmas para um outro.

Cálculos de engenharia baseados na modelagem matemática dos sistemas é um caminho em direção a seleção adequada e ideal das condições de secagem, mas raramente são suficientes para predizer exatamente o comportamento da secagem. Isso porque os alimentos são altamente variáveis na sua composição inicial, nos totais de água livre e ligada, no encolhimento e no modelo de migração de solutos, e mais importante, nas mudanças de suas propriedades durante a operação de secagem.