

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL E SOCIOECONOMIA RURAL

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL

(RESUMO DAS AULAS)

PROF.: OCTÁVIO ANTÔNIO VALSECHI.

ARARAS, SP

2001

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL
RESUMO DAS AULAS

Definições:

O que é alimento?

É toda substância ou mistura de substâncias, em estado sólido, líquido ou pastoso, ou qualquer outra forma adequada, destinada a fornecer ao organismo os elementos normais à sua formação, manutenção e desenvolvimento.

O que é alimento "in natura"?

É todo o alimento de origem vegetal, animal ou mineral, que para consumo imediato exige apenas a remoção da parte não comestível.

O que é matéria-prima alimentar?

É toda substância de origem vegetal, animal ou mineral, em estado bruto, que para ser utilizada como alimento, precisa sofrer um tratamento e/ou transformação de natureza química, física ou biológica.

O que se entende por Indústria de Alimento?

Entendemos por Indústria de Alimento aquela que se ocupa da aplicação dos processos físicos, químicos e biológicos às matérias-primas alimentares e aos alimentos "in natura", no sentido de conferir-lhes condições adequadas de utilização, de assegurar-lhes o tempo de vida útil e melhorar suas qualidades nutricionais e organolépticas.

O que se entende por Tecnologia de Alimentos?

A aplicação de métodos e técnicas para o preparo, armazenamento, processamento, controle, embalagem, distribuição e utilização dos alimentos.

A Ciência dos Alimentos inclui o estudo das características físicas, químicas e biológicas dos alimentos.

A Tecnologia de Alimentos inclui a seqüência de operações desde seleção da matéria-prima até o processamento, preservação e distribuição dos alimentos.

O que visa a Tecnologia de Alimentos?

A Tecnologia de Alimentos orienta-se em duas direções: por um lado há o início, a continuação ou o incremento da produção de alimentos mais sofisticados,

mais nutritivos, mais convenientes e mais atrativos, compreendendo uma série de alimentos que só poderão ser adquiridos por pessoas de elevado poder aquisitivo; por outro lado, o desenvolvimento dos processos tecnológicos se orienta também para o aproveitamento de subprodutos e para a produção de alimentos mais nutritivos, que sejam oferecidos a baixo preço e possam ser utilizados por grande parte da população mundial, hoje carente de alimentos.

Qual a importância da Tecnologia de Alimentos?

A industrialização dos produtos agrícolas pode contribuir consideravelmente na melhoria da dieta de um país e do estado nutricional de seus habitantes.

A Tecnologia de Alimentos é o vínculo entre a produção e o consumo dos alimentos e só alcança bom rendimento se estiver intimamente associada aos métodos e progressos da produção agropecuária e aos princípios e práticas da nutrição humana.

Quais operações são comumente utilizadas na tecnologia de Alimentos?

- Manuseio da matéria-prima

- Tratamentos preliminares:

- limpeza, seleção e classificação;
- fumigação;
- resfriamento;
- armazenamento.

- Transporte para a fábrica

- Preparo da matéria-prima e operações preliminares

- Limpeza e purificação:

- lavagem à seco, lavagem, aspiração;
- filtração
- fumigação
- cloração da água
- remoção das partes indesejáveis (película, vísceras, ossos etc.);
- desintegração e separação dos componentes (extração, moagem, trituração, centrifugação, filtração etc.).

- Manufatura dos produtos finais.

- Formulação.

- Operação de elaboração

- envelhecimento e maturação
 - classificação e filtração
-

- cristalização
- envelhecimento e defumação
- secagem
- processamento pelo calor
- tratamento pelo frio (refrigeração e congelamento).

- Embalagem e distribuição

- embalagem
- empacotamento
- armazenamento
- transporte para mercado.

Como se classifica os alimentos segundo sua origem?

Classificam-se em animal, vegetal e mineral.

Quais são os alimentos de origem animal?

- Mel
- Ovos
- Carnes em geral
- Leite e seus derivados
- Pescados

Do que são formados os alimentos?

- a) Proteínas
- b) Hidratos de carbono ou carboidratos
- c) Gorduras ou lipídeos
- d) Sais minerais
- e) Vitaminas
- f) Água.

Quais as funções de cada grupo dos formadores dos alimentos?

a) Proteínas

Responsáveis pela construção e reconstrução dos tecidos do corpo, desde o embrião até a idade adulta.

Ex: carnes, leite, ovos, soja, lentilha, feijão.

b) Carboidratos

São fornecedores de energia.

Ex: mel, açúcar, melado, farinha, cereais.

c) Lipídeos

Fornecedores de calor e energia, e são condutores de vitaminas.

Ex: manteiga, carnes gordas, abacate, amendoim.

d) Sais minerais

Responsáveis pelo crescimento, formação do sangue, e entram na constituição dos tecidos, dentes e ossos.

Asseguram o funcionamento normal dos nervos e músculos. Os mais importantes são:

Cálcio: maior constituinte do esqueleto (leite);

Fósforo: estrutura dos músculos e sistema nervoso (leite, carnes, ovos);

Ferro: formação dos tecidos (gema de ovo, fígado, ostra);

Iodo: desenvolvimento mental (peixes de água salgada, frutos do mar).

e) Vitaminas

São indispensáveis para a boa saúde e vigor. Embora encontrados em pequenas doses nos alimentos, agem com grandes efeitos;

São várias as vitaminas encontradas nos alimentos e que tem ação importante no organismo, entre elas destacamos:

Vitamina A

- Regula e mantém em boas condições o tecido epitelial;
- promove o crescimento normal do organismo;
- protege os órgãos da visão;

Alimentos onde se encontra essa vitamina: manteiga, leite, ovos, fígado, óleo de fígado de peixes.

Conservação - mesmo após o cozimento a vitamina A conserva-se bem nos alimentos é de boa estabilidade, não se destrói pelo calor e são lipossolúveis.

Vitamina B

- Auxilia na digestão de carboidratos;
- atua sobre o apetite, deixando-o normal;
- equilibra os nervos e músculos;
- assegura o crescimento normal.

Alimentos onde encontramos essa vitamina: gema de ovo, carne de suínos.

Conservação - resiste razoavelmente ao calor, não sofrendo destruição rápida. Conserva-se mais no calor seco que no úmido e é hidrossolúvel.

Vitamina C

- Manutenção das paredes dos vasos sanguíneos;

- indispensável para a formação e crescimentos dos ossos;
- formação dos dentes;
- previne infecções comuns.

Essa vitamina praticamente não é encontrada em produtos animais.

Conservação - Péssima resistência ao calor e é hidrossolúvel.

Vitamina D

- Fixadora de cálcio e fósforo nos ossos e dentes;
- previne o raquitismo;

Alimentos onde encontramos essa vitamina: óleo de fígado de peixes, manteiga, leite, ovo, peixes, fígado.

Conservação - É uma das mais resistentes ao calor e é lipossolúvel.

O que se entende por Conservação de Alimento?

É a aplicação aos alimentos de processos ou conjunto de técnicas, visando a impedir ou dificultar a atuação dos elementos promotores de alteração, de modo a assegurar-lhes um considerável aumento da vida útil, a par da fixação - tanto quanto possível - das suas propriedades originais.

Como se classificam os Métodos de Conservação?

Classificam-se quanto ao modo de atuação e quanto à sua natureza.

Quanto ao modo de atuação podem ser:

- Germicida: eliminam os microorganismos;
- Bacteriostático: impedem ou dificultam a vida microbiana;

Quanto à natureza podem ser:

- Físicos

- Temperatura:

calor (pasteurização, esterilização, desidratação, dessecação, defumação);

frio (refrigeração, congelamento, liofilização).

- Radiações Ionizantes;

- Osmose Reversa.

- Químicos

- Substâncias Orgânicas (ácidos e seus sais), açúcares, álcoois, formaldeídos;

- Substâncias Inorgânicas (sais de ácidos inorgânicos), metais, gases, peróxidos.

- Biológicos

- Antibióticos e Fermentações.

Quais os processos utilizados na Indústria de Alimentos?

Processos Físicos: Apenas operações mecânicas de subdivisões simples ou com separação de partes. Ex: Centrifugação, corte, rala, prensa, sedimentação.

Processos Químicos: Utiliza-se o emprego de substâncias químicas. Ex: Obtenção de margarina por hidrogenação de óleos. Curas de carnes

Processos Biológicos: Quando existe atuação de microorganismos e/ou de enzimas. Ex: Queijos, iogurtes, vinho, vinagre, cerveja.

Qual a finalidade da Indústria de Alimentos?

- Promover o abastecimento adequado às populações, permitindo acesso fácil aos diferentes alimentos necessários em quantidade e qualidade à alimentação humana;
- Aproveitar em escala crescente, os resíduos de importância econômica;
- Obter novas modalidades de mesclas alimentares complementadas ou enriquecidas;
- Atender as exigências dos mercados consumidores.

Qual o principal elemento na Indústria de Alimento?

O principal elemento é a água que deve ser limpa e de boa qualidade para não comprometer o produto final.

Quais os objetivos da conservação dos alimentos?

A atuação dos processos de conservação comumente empregados pela Indústria de Alimentos tem com objetivos:

- Eliminar ou dificultar a atuação de microorganismos (bactérias, mofos e leveduras);
- destruir as enzimas ou inibir a ação enzimática;
- diminuir o teor de água dos alimentos, já que isto favorece não só a multiplicação de microorganismos, como a atividade enzimática.

Quais as finalidades e as vantagens da conservação dos alimentos?

Além da finalidade de promover o aumento da vida de prateleira do alimento resguardando, tanto quanto possível, suas propriedades originais, a conservação apresenta, em decorrência, as seguintes vantagens:

- Fazer face, com êxito, aos períodos de entressafra;
- promover o necessário equilíbrio entre a oferta e a procura, por ocasião de safras deficitárias ou nulas;
- regular o fluxo das demandas exigidas pelo setor de transformações da Indústria de Alimentos;
- ampliar o âmbito da comercialização, inclusive no setor internacional;
- prover o abastecimento adequado das populações, possibilitando a estas, em todas as partes do mundo, acesso fácil aos diferentes alimentos habituais à dieta humana, permitindo, desse modo, uma crescente universalização dos padrões alimentares recomendados pela ciência da nutrição, independentemente do local ou da época em que estes alimentos sejam produzidos;
- reduzir o peso e o volume dos alimentos - facilitando e tornando mais barato o transporte - no caso em que os processos empregados impliquem em perda de água, como é o caso da salga, da dessecação, da desidratação convencional ou da liofilização.

Como os microorganismos se comportam frente à temperatura e com podemos classificá-los?

Os microorganismos comportam-se, frente à temperatura, do seguinte modo:

- A 0°C, são praticamente inativos e tal inatividade se acentua, à medida que a temperatura vai aumentando, em graus negativos;
- à medida que a temperatura, a partir de 0°C, vai subindo na escala termométrica, no sentido positivo, a atividade dos microorganismos vai crescendo progressivamente, até atingir um ótimo entre 35 e 40°C;
- após 40°C, tal atividade vai decaindo, até que, aos 100°C, a quase totalidade dos microorganismos é destruída, mesmo em se tratando de microorganismos termófilos;

Os microorganismos, quanto à temperatura, são classificados em:

- Psicrófilos, cujo ótimo de ação se encontra em torno de 10°C;
- mesófilos (onde se enquadram os microorganismos patogênicos), cujo ótimo de atuação se situa em torno de 36,5°C;
- termófilos, cujo ótimo de atuação se encontra em torno de 55°C.

O que se entende por aplicação de calor e como podemos defini-lo quanto ao seu modo de atuação e sua natureza?

Fala-se em aplicação de calor, quando submetemos um alimento a temperaturas superiores a 20°C, fazendo-se variar a intensidade da temperatura, de acordo com o processo que se pretende aplicar; assim, na defumação lenta (também chamada “a frio”), a temperatura oscila entre os 25 e os 30°C, enquanto na apertização (esterilização industrial), atinge ou, mesmo, ultrapassa os 130°C.

O calor quanto ao modo de atuação se enquadra entre os métodos nitidamente germicidas; isto, quando a sua intensidade é de, pelo menos, 100°C, pois somente a partir desta temperatura, é que se conseguem a destruição de microorganismos e das enzimas.

Quanto a sua natureza, o calor se enquadra entre os métodos físicos.

O que interessa saber sobre os processos que utilizam o calor na conservação de alimentos?

Em todos os processos de conservação pelo calor interessam, principalmente, dois fatores, a saber:

- a) alcançar o grau de temperatura desejado e
- b) a manutenção da ação do calor.

O primeiro é de grande importância, pela sua influência sobre os caracteres organoléticos do produto final; um aquecimento que não atinja o grau de temperatura adequado, não será suficiente para a destruição dos microorganismos e o que ultrapasse este ponto, promove grandes modificações no produto, não só quanto aos caracteres organoléticos, como, também, quanto à composição química e ao valor nutritivo. Se os produtos a conservar fossem sempre os mesmos, exigindo, conseqüentemente, um mesmo grau de temperatura, tudo seria simples; mas, na Indústria de Alimentos, os produtos são heterogêneos, de modo que não se pode estabelecer um regime geral para todos e é isto, justamente, o que complica a determinação do ponto de esterilização. Correntemente, para a grande maioria dos produtos, ele está sempre acima de 100°C (de 115 a 120°C), sendo, contudo, menor (cerca de 90°C), quando se emprega a tyndalização, também chamada de “esterilização fracionada”, que consiste em se submeter o produto, sucessivamente, ao calor e ao frio, por várias vezes, de maneira a atingir os microorganismos esporulados.

Quanto ao seu segundo fator - manutenção do calor - a questão não é, apenas, atingir o grau de temperatura desejado, mas, sim, mantê-lo por um período adequado de tempo.

Infelizmente, não há normas que o determinem, já que ele está relacionado com a consistência, a natureza e a estrutura do alimento a conservar, pois estes elementos é que conferem ao produto maior ou menor grau de condutibilidade térmica, uma vez que, dentro dos recipientes, a transmissão do calor se faz por convecção; como as matérias orgânicas são más condutoras e sendo necessário que o calor se expanda por toda a massa e todas as camadas, o aquecimento não pode durar menos de 30 minutos, alcançando, em alguns tipos de conserva, até 2 horas. Assim, no caso de leguminosas secas (ervilhas, grão de bico, feijões etc.) que deixam espaços livres entre as diversas unidades, a transmissão por convecção se faz muito bem; nas carnes com molho (almôndegas, etc.) tal transmissão já não se processa tão bem, em virtude do volume excessivo dos pedaços de carne; finalmente, nos produtos de consistência uniforme (extrato de tomate, massas de frutas, gelatinas etc.), ainda mais dificilmente processa a convecção.

Quais são as técnicas de aplicação do calor?

- Pasteurização;
- Apertização;
- Defumação;
- Desidratação.

O que se entende por Pasteurização e como podemos classificá-la?

Entre as diversas técnicas de aplicação do calor, uma das mais comuns vem a ser a **PASTEURIZAÇÃO** - utilizada para alimentos líquidos - na qual são empregadas temperaturas apenas suficientes para **destruir a flora microbiana patogênica**; lembramos, aqui, que os microorganismos patogênicos são mesófilos, isto é, têm o seu ótimo de atuação em torno de 36°C, não resistindo a temperaturas superiores a 65°C. Na pasteurização, visamos a duas finalidades num mesmo proveito, a saber: máxima destruição de microorganismos e esporos, com o mínimo de alteração do produto, o que vem a ser duas coisas completamente opostas. Daí, intervirem, no caso, dois fatores, isto é, tempo e temperatura; segundo a combinação que se faça com eles, vamos ter três tipos de clássicos de pasteurização, a saber:

- a) a pasteurização chamada baixa ou lenta; na qual o produto é submetido a temperaturas de 60 a 70°C, durante cerca de 30 minutos;
- b) a pasteurização dita alta ou rápida, feita a temperaturas de 70 a 75°C, durante 2 a 4 minutos e.

c) a pasteurização em capa delgada, realizada a temperaturas de 70 a 75°C, por um período de 10 a 15 segundos.

Como cuidado complementar (preservação), qualquer dos tipos de pasteurização é seguido de resfriamento rápido a uma temperatura de cerca de 5°C, sendo o produto, em seguida, envasado em recipientes esterilizados.

O que se entende por Appertização?

Outra técnica de aplicação de calor vem a ser a **APPERTIZAÇÃO**, também chamada, impropriamente de esterilização, Nas considerações gerais que fizemos sobre o calor, já nos referimos a ela o suficiente, recordando, aqui, que se aplica a produtos previamente envasados e se efetua a temperaturas de mais ou menos 120°C, sob pressão de 5 libras, variando o tempo de aplicação, com o maior ou menor grau de condutibilidade térmica do produto. Como cuidado complementar, os envases devem ser submetidos a resfriamento rápido.

O que se entende por Defumação e quais suas características quanto a sua modalidade?

Outra técnica de aplicação de calor vem a ser a **DEFUMAÇÃO**. A fumaça de certas madeiras contém produtos diversos, tais como cresóis, fenóis, guaiacóis, álcoois metílico e etílico, ácido acético e fórmico, CO₂, CO, aldeído fórmico etc. - conjunto denominado de substâncias empireumáticas - que têm ação anti-séptica, atuando, portanto, como bactericida; esta ação é acompanhada pelo calor, razão pela qual a defumação é considerada um processo de conservação misto. Na aplicação do processo, devem ser evitadas as madeiras resinosas, que iriam conferir gosto e cheiro desagradáveis aos produtos. A defumação, processo mais comumente empregado para carnes (presuntos, lombo etc.), embutidos (paio, lingüiças etc.) e pescados (arenques, ovas etc.), é aplicada, via de regra, após um tratamento prévio, de cura, obtendo-se, com ela, os seguintes efeitos:

- a) é ligeiramente desidratante;
- b) proporciona substâncias antioxidantes, o que evita a rancificação;
- c) confere propriedades organoléticas especiais ao produto;
- d) deixa a superfície do produto impregnadas de anti-sépticos e germicidas;
- e) possui ação tenderizante (amaciadora), pelo aumento da atividade enzimática.

Há duas modalidades de defumação, a saber: a rápida ou quente que se processa em temperaturas de 70, até 100°C e a chamada lenta ou fria, porque é bem mais demorada e na qual a temperatura raramente ultrapassa os 25/30°C.

O que se entende por Desidratação?

Outra técnica de aplicação de calor vem a ser a **DESIDRATAÇÃO**, compreendendo-se, como tal, a perda de água pelos alimentos, o que é conseguido através da “dessecação, ou secagem ao sol” e pela “desidratação propriamente dita”, ou seja, quando a perda de água é provocada através de métodos industriais. Quanto aos seus efeitos, pode-se dizer que a dessecação consiste numa perda parcial de água dos alimentos, enquanto que a desidratação vem a ser a perda, ao máximo possível, da água contida nos alimentos.

A dessecação, ou seja, a simples exposição do alimento ao sol e ao vento, limita-se, conseqüentemente, a locais e épocas em que tal exposição seja favorável, restringindo-se sua aplicação a frutas aquosas (damascos, figos, uvas, ameixas etc.) e, em regiões particularmente favoráveis, pelo alto índice de insolação e regime de ventos, como é o caso do nordeste brasileiro, é aplicada também a carnes e certos tipos de peixes (carne e peixe “de sol”).

A desidratação industrial, pelos cuidados de higiene com que é efetuada, confere aos alimentos altos índices de sanidade e de estado sanitário, assegurando-lhes um tempo de vida útil bastante prolongado, em virtude da quase total retirada de água dos mesmos; já a dessecação, tendo em vista as condições ambientais em que se realiza (céu aberto), expõe os alimentos não só ao ataque de microorganismos (contaminações), como, também, à ação de macroelementos, principalmente moscas, pássaros e roedores; além disto, a quantidade de água que neles permanece é muito maior, o que favorece a atividade microbiana e enzimática, reduzindo, assim, o tempo de vida útil dos alimentos.

Em vista do exposto, trataremos, apenas da desidratação, ou seja, da perda de água conseguida através da aplicação de técnicas industriais, que são diversas e que variam de acordo com a natureza do alimento. Assim, para alimentos líquidos, são habitualmente usados:

- aquecimento em câmaras a vácuo (ex: obtenção leite evaporado);
- sistema de nebulização;
- sistema de cilindros aquecidos;
- liofilização.

No que diz respeito a alimentos sólidos, as técnicas mais usadas são:

- câmaras com movimentação de ar aquecido;
- túneis com ar aquecido em contracorrente;
- secadores a vácuo;
- liofilização, técnica que será detalhada ao tratarmos do frio.

A desidratação apresenta aspectos positivos, a par de outros tantos negativos. Entre os primeiros, podemos destacar:

- a) custo relativamente baixo;
- b) ação bacteriostática, por eliminação da água disponível;
- c) facilita e torna menos onerosos o transporte e a estocagem dos produtos obtidos, por acentuada diminuição de peso e de volume dos mesmos;
- d) aumento considerável do tempo de vida útil.

Quanto aos aspectos negativos, encontramos:

- a) descaracterização total da morfologia dos alimentos, quer sólidos, quer líquidos;
- b) geralmente, não promove uma boa reconstituição, mesmo em se tratando de alimentos líquidos;
- c) a perda parcial dos princípios nutritivos termo-lábeis.

Como cuidados complementares, observamos:

- a) a utilização de envases impermeáveis, visando, essencialmente, a evitar a umidade;
- b) sempre que a natureza do envase o permita, é indicado promover o vácuo nos mesmos, ou substituir o ar por um gás inerte, com vistas a impedir a oxidação;
- c) estocar os envases em temperaturas não superiores a 15°C.

O que se entende por aplicação do frio e como podemos defini-lo quanto ao seu modo de atuação e à sua natureza?

Fala-se em aplicação de frio, quando submetemos um alimento a temperaturas inferiores a 20°C, fazendo-se variar a intensidade da temperatura, de acordo com o processo que se pretende aplicar; assim, enquanto que para a conservação de hortaliças, são usadas entre 5 e 10°C (positivos), na conservação de outros alimentos (carnes, por exemplo), podemos usar “choques de frio”, com temperaturas de 40°C negativos, ou mais.

O frio, quanto à sua atuação, se enquadra entres os métodos que, atuando diretamente sobre os germes, impedem ou dificultam a vida microbiana e a atuação das enzimas.

Quanto à sua natureza, o frio se enquadra entre os métodos físicos. Enquanto o emprego do calor destrói não só microrganismos e enzimas, mas, também, a vitalidade das células constitutivas dos alimentos, o frio se limita, durante todo o tempo de sua atuação, a inativar os primeiros e a manter em suspensão os fenômenos vitais próprios das células, fenômenos esses que retomam sua continuidade, tão pronto cesse a atuação do frio. Por outro lado, o frio é o agente físico - a par das radiações ionizantes - que menos descaracteriza os alimentos e menor modificação provoca no seu valor nutritivo, caracteres

organoléuticos e composição química, fatos estes muito importantes não só para a Dietética e Dietoterapia, como, também, para a Técnica Dietética.

Quais as condições básicas necessárias para um bom resultado em conservar alimentos pelo emprego do frio?

Para se obterem bons resultados com o emprego do frio, deve ser respeitada, pelo menos três condições básicas, a saber:

- que se parta de alimentos absolutamente sãos e em perfeitas condições sanitárias;
- que os alimentos sejam submetidos ao frio, logo após a sua obtenção; isto, no sentido de roubar-lhes seu próprio calor, já que este favorece a evolução das diversas causas biológicas de alteração (ação enzimática, força germinativa, processo de maturação etc.) e permite a multiplicação de microrganismos;
- que o emprego do frio mantenha uma continuidade, desde o início do processo, até a ocasião em que os alimentos sobre os quais atuem, venham a ser utilizados pelo consumidor. Industrialmente, tal continuidade é conhecida como “cadeia de frio”.

Quais fatores são considerados para que se tenha melhor rendimento na aplicação do frio?

Para se obter o melhor rendimento na aplicação do frio, deve-se observar a Lei de Fourier:

“A quantidade de calor, por caloria - hora, cedida por um corpo ao meio frigorífico, é diretamente proporcional a três fatores, a saber”:

Alfa - Vem a ser o coeficiente de condutibilidade térmica do agente frigorífico que se utilize; nas câmaras frigoríficas comuns, tal agente é o ar; conseqüentemente, neste caso, alfa é muito pequeno, porque o coeficiente de condutibilidade térmica de todos os gases é pequeno; já os líquidos, o têm de dez a vinte vezes maior. Esta é a razão pela qual, no caso do pescado, usa-se, preferencialmente, como agente frigorífico, a salmoura.

Delta T - Vem a ser a diferença de temperatura existente entre a temperatura do alimento a resfriar e a do meio frigorífico; assim, quanto menor o valor de Delta - T, mais rapidamente será atingida a temperatura desejada. No caso do congelamento, por exemplo, o modo pelo qual se consegue reduzir este valor, é roubando, previamente, temperatura ao alimento, pela refrigeração, de modo, porém, a não se alcançar a temperatura crítica em que se formam os cristais.

S - Vem a ser a superfície do material a resfriar e se encontra diretamente vinculado à relação S/M (superfície sobre massa); o resfriamento é tanto mais rápido, quanto maior for a superfície e tanto mais leve seja o produto. A espessura do mesmo é determinada pela direção mínima da seção máxima do pedaço que se quer resfriar; assim, quanto menos espesso, mais rápido será o resfriamento.

Quais são os métodos de aplicação do frio utilizados pela Indústria de Alimentos?

- Pré - Refrigeração;
- Refrigeração;
- Congelamento;
- Liofilização.

O que se entende por Pré - Refrigeração?

Como o nome indica a Pré-Refrigeração consiste numa etapa prévia à refrigeração: nela, leva-se o alimento a uma temperatura positiva, próxima de 0°C (geralmente, cerca de 4°C), com a finalidade de diminuir o fator Delta-T, isto é, a diferença de temperatura existente entre o alimento e o ambiente onde vai sofrer a refrigeração propriamente dita.

O que se entende por Refrigeração?

A Refrigeração consiste em levar o alimento a uma temperatura de 4°C a -1°C, no sentido de inibir não só a multiplicação microbiana, como todas as outras causas biológica de alteração dos mesmos, principalmente a ação enzimática.

O que se entende por Congelamento e quais suas vantagens?

É um processo no qual submete-se o alimento, desde alguns graus centígrados negativos, até os chamados “choque de frio”; o congelamento pode ser lento, isto é, levar 2 a 3 dias (dependendo das características e volume do alimento), porém, atualmente, quase que só é empregada. O congelamento rápido ou “choques de frio”, técnica que permite ultrapassar rapidamente a chamada “temperatura crítica” - que, no caso de carnes, situa-se entre os -1,6°C e -3,9°C; se assim não for feito, o frio vai promover a congelamento da água de constituição em cristais muito grandes (como ocorre quando se aplica a congelamento lento), que rompem a estrutura celular, por ocasião do descongelamento; no caso do congelamento rápido, ao contrário, produzem-se cristais muito pequenos, que não provocam esse inconveniente, já que, ao ser descongelado o alimento, eles se

reincorporam imediatamente ao protoplasma de que originalmente faziam parte, de modo que não há irreversibilidade dos colóides.

As principais vantagens do congelamento:

- aumento considerável do tempo de vida útil, em virtude da ação bacteriostática e paralisação de todas as causas biológicas de alteração;
- manutenção na estrutura morfológica e física;
- idem quanto aos caracteres organoléticos e composição química;
- excelente estabilidade de armazenamento, desde que respeitadas as condições adequadas de umidade e temperatura;
- manutenção dos princípios nutritivos e termolábeis.

O que se entende por liofilização e quais suas vantagens?

Liofilizar significa levar ao estado seco uma solução congelada, impedindo o seu descongelamento enquanto se processa a sua evaporação; isto é, a solução, reduzida a um sólido gelado, sublima o próprio solvente e se transforma, diretamente, em substância seca. Essa sublimação se processa a pressão baixa, o que implica no emprego de um alto vácuo. A substância a ser liofilizada deve ser, inicialmente, congelada, ou melhor, levada a uma temperatura menor que seu ponto eutético (mistura de componentes sólidos que, ao fundir-se, fica em equilíbrio com um líquido da mesma composição que a sua, e cuja temperatura de fusão é um mínimo na curva, ou na superfície de fusão do sistema.) ou ponto criódrico, para, a seguir, ser submetida ao alto vácuo, para efeito de sublimação. O sólido resultante, perfeitamente seco, conserva a forma original e a redução de volume é mínima.

Com base em dados experimentais, nasceram as diversas técnicas e os diversos aparelhos para liofilizar; todos, indiscutivelmente representados por um recipiente de evaporação, um condensador à frio e uma bomba de alto vácuo. O vapor que se libera pela sublimação do material congelado, presente na câmara de evaporação, é captado pelo condensador, no qual, evidentemente, deve ser resfriado a uma temperatura inferior àquela do material em liofilização. Registre-se que a aplicação prática do método limita-se às substâncias cujo líquido solvente é a água e, portanto, o que sublima, durante a liofilização, é o gelo.

Em resumo: quanto à aplicação, a substância a ser liofilizada é envasada em recipientes apropriados e, após congelamento rápido, é submetida a um vácuo intenso que promove a sublimação do gelo formado; ao final do processo, resta uma pequena quantidade de água residual, que é retirada elevando-se um pouco a temperatura, até que permaneçam no produto, tão somente de 0,5 a 0,1% de umidade.

Constituindo a liofilização um processo que preserva a integridade física e a composição química das substâncias a ele submetidas (mantendo, outrossim, a sua estrutura molecular, conferindo-lhe a garantia de pronta solubilidade e condições de trabalho absolutamente estéril, além de permitir a sua estocagem por tempo indeterminado, mesmo à temperatura ambiente), torna-se um processo de eleição para a conservação de inúmeros alimentos, tais como, carne, ovos, leite, sucos etc.

Teoricamente, grande variedade de alimentos pode ser liofilizada; na prática, porém, deve ser considerado o custo da operação, isto é, a sua rentabilidade comercial. Com relação a este fato, o mais importante a considerar é a capacidade de aparelhagem e a sua maneira operacional, ou seja, ela deve ter um rendimento tão alto, que torne a operação barata, de modo a poder ser aplicada inclusive aos alimentos de baixo valor monetário.

A liofilização tem sido usada comercialmente, em medicamentos e substâncias afins, embora exista aplicação no processamento de camarões, lagostas, bananas, sucos de frutas e extratos de bebidas estimulantes, especialmente o café.

Além das mesmas vantagens obtidas no congelamento, podemos somar as seguintes:

- em virtude da temperatura empregada, é muito baixa a perda de constituintes voláteis (apesar do alto vácuo), sendo, portanto, o processo ideal para a conservação de sucos de frutas como laranja, abacaxi, maracujá e outras espécies aromáticas;
- não há formação de espuma, pelo fato das substâncias protéicas não sofrerem desnaturação;
- garante a completa e instantânea reconstituição dos alimentos;
- garante a perfeita dispersão das partículas coloidais, evitando, com isso, a tendência que tem de se concentrarem, isto é, de “coagularem”;
- em virtude do alto vácuo usado durante todo o processo, não existe oxigênio suficiente, mesmo para as mais rápidas oxidações, de modo que mesmo os constituintes mais facilmente oxidáveis ficam protegidos desta reação indesejável;
- absoluta estabilidade do produto final, em virtude da escassíssima quantidade de água que resta;
 - grande redução do peso do alimento, já que fica reduzido, praticamente, ao seu extrato seco.

O que se entende sobre radiações ionizantes e como podemos utilizá-la na Indústria de Alimentos?

A irradiação de alimentos, também chamada de “esterilização a frio”, concorre para a solução dos problemas relacionados à conservação de alimentos, em moldes perfeitamente competitivos com os métodos já conhecidos. Não obstante haverem decorridos mais de 30 anos, desde que foram iniciados os primeiros esforços no sentido de usar a tecnologia da irradiação na conservação de alimentos, ainda não se pode constatar, pelo menos entre nós, a aplicação comercial de tal tecnologia nem a sua aceitação incondicional. A irradiação, atualmente, pode ser utilizada no terreno do abastecimento alimentar, para:

- prolongar o tempo de vida útil de frutas e outros tipos de vegetais;
- garantir um bom armazenamento, desde que combinada a baixas temperaturas;
- retardar o amadurecimento de frutas;
- destruir os fungos causadores de alterações;
- combater os insetos comprometedores das colheitas;
- controlar o período de germinação, especialmente o de batatas e o de cebolas;
- aumentar as colheitas, por irradiação das sementes;
- esterilizar ou pasteurizar produtos alimentícios diversos;
- melhorar certos caracteres organoléuticos de alguns alimentos, como o aroma e o sabor do café, de óleos essenciais, a branquura da farinha de trigo etc.

Tecnicamente, há dúvidas sobre se a irradiação deve ser incluída, ou não, entre os aditivos; sob certos ângulos - a saber, quando atua como conservador e melhorador - pode ser considerada como tal, embora a quantidade de aditivos propriamente ditos relacionados aos alimentos, possa ser avaliada através de análises químicas, já que os aditivos remanescem nos alimentos. Embora isso não suceda com as radiações ionizantes, nos Estados Unidos, a Food and Drugs Administration as consideram como aditivos.

Em Tecnologia de Alimentos existe, relativamente à aplicação da irradiação e às doses empregadas, uma terminologia própria, tal seja:

RADEURIZAÇÃO (radiação - pasteurização), quando se usa doses baixas, de 5 a 10 krads.

RADCIDAÇÃO (radiação - bactericida), quando se usam doses médias, de 10 a 100 krads.

RADAPPERTIZAÇÃO (appertização), quando se usam doses elevadas, de 4,5 a 5,6 Mrads.

Os efeitos, como os nomes sugerem, são, respectivamente, de pasteurização, de ação bactericida e de esterilização.

O que se entende por fermentação na Indústria de Alimentos?

Embora todos os métodos de conservação visem, principalmente, a destruir os microorganismos ou a impedir a sua multiplicação, há casos em que lançamos mão de determinados microorganismos, no sentido de evitar a alteração por putrefação dos alimentos; isto, porque existe uma diferença nítida entre fermentação e putrefação; enquanto a primeira é um processo de oxidação anaeróbia (ou parcialmente anaeróbia) de glicídios, a putrefação significa uma degradação anaeróbia dos protídeos; ambas, causadas por grupos de microrganismos diferentes. A produção de certa quantidade de ácidos, pelos primeiros, baixando o pH do meio, cria condições desfavoráveis para a atuação dos segundos. Assim, por exemplo, na acidificação do leite, algumas bactérias - especialmente os bacilos - atuam sobre a lactose, transformando-a em ácido láctico, fato que impede o desenvolvimento da flora proteolítica que, atuando sobre as proteínas, levaria o leite à putrefação. Para que os microrganismos sejam considerados úteis, com vistas à fermentação, devem ser capazes de crescerem rapidamente em um substrato e meio adequados e serem facilmente cultiváveis em grandes quantidades; outrossim, devem manter uma constante fisiológica sob as condições anteriores e produzir, fácil e abundantemente, as enzimas essenciais à reação que se deseja.

A rigor, a fermentação não deve ser considerada, propriamente, um método de conservação, mas, sim, um processo de obtenção de produtos alimentícios, já que, na grande maioria das vezes, o produto final, após sofrer a ação de fermentos, (próprios, ou adicionados) adquire características totalmente peculiares e bem diversas das do alimento original. É o que ocorre, por exemplo, com as bebidas não - alcoólicas - fermentadas (cerveja sem álcool, ginger - beer, vinagre etc.), com as fermento - destiladas (aguardentes e suas variedades), com os encurtidos (picles, chucrute, azeitonas etc.), com os leites acidófilos (coalhada, iogurte etc.), com a manteiga, com o pão e com as carnes curadas.

Os cuidados complementares à fermentação consistem em evitar o ataque de mofo, já que estes, metabolizando os ácidos formados, levam o produto a um pH elevado, o que favorece a atuação da flora proteolítica e, conseqüentemente, a putrefação. Assim, em muitos casos, faz-se necessário o enlatamento e, para os produtos não envasados em lata, a estocagem refrigerada.

Registre-se que, em alguns casos, o valor nutritivo do alimento aumenta, no que respeita a vitaminas do complexo B, em virtude da atuação de leveduras.

Quais os fatores que influenciam a atuação dos microrganismos nos processos de fermentação na Indústria de Alimentos?

Há diversos fatores que influenciam a atuação dos microrganismos, a saber:

- o pH do meio; sendo este, na maioria dos alimentos, inferior a 7 (exceção feita às carnes frescas, onde é de cerca de 7,2) favorece a atuação de microrganismos de fermentação;
- as fontes de energia para os microrganismos, as quais são, por ordem de disponibilidade:
 - a) os glicídios solúveis
 - s) os álcoois e ácidos deles derivados
 - c) os protídeos - a começar pelos solúveis; e, finalmente,
 - d) os lipídeos.
- a disponibilidade em oxigênio; se for generosa, resulta em multiplicação microbiana, mas se for escassa, em aumento do processo fermentativo;
- a temperatura do substrato, que determina, dentro de certos limites, a natureza dos microrganismos capazes de produzir o tipo de fermentação desejada;
- a ação do cloreto de sódio, que exerce, de acordo com a concentração, um papel seletivo sobre a flora que deve atuar.

Quais são as principais substâncias orgânicas utilizadas na Indústria de Alimentos e como são empregadas?

SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

Entre estas, encontramos, principalmente, os Ácidos orgânicos e seus sais, os Açúcares, os Formaldeídos e os Álcoois.

Os **ácidos orgânicos** são empregados com a finalidade de promover uma acidificação inicial no meio, de maneira a impedir ou retardar a multiplicação dos microrganismos, até que um outro processo de conservação propriamente dito, comece a atuar.

Já os **sais dos óxidos orgânicos**, são empregados, geralmente a posteriori dos processos de conservação, no sentido de garantir a continuidade dos efeitos destes, no que diz respeito à atuação microbiana.

Os **açúcares** - mais comumente, a sacarose - atuam como conservadores, pelo fato de serem altamente higroscópios, retendo, assim, a umidade dos alimentos, que não poderá, em consequência, ser utilizados pelos microrganismos. Esta a razão pela qual quanto maior for a concentração de açúcar no meio, tanto

maior será a sua capacidade de atuar como agente conservador, como ocorre, por exemplo, no caso das geléias, das compotas e dos doces em massa.

Quando a concentração é pequena, como ocorre na conservação de carnes por salga, os açúcares são empregados, aí, como aditivos, visando:

- a) mascarar o gosto amargo de certas impurezas provenientes do sal e da adição de nitritos;
- b) fornecer substrato para o desenvolvimento de bactérias redutoras, que irão transformar os nitratos em nitritos;
- c) amaciar a carne, pela sua ação tenderizante e.
- d) produzir, por fermentação, uma certa quantidade de ácidos, tornando, assim, o meio desfavorável ao desenvolvimento de bactérias proteolíticas.

Os **álcoois**, como agentes de conservação, atuam exercendo, ação anti-séptica e resultam de fermentações naturais que ocorrem, por exemplo, nas bebidas alcoólicas - fermentadas e nas fermento - destiladas.

Os **formaldeídos**, pelas suas propriedades altamente anti-sépticas, são proibidos pelas legislações sobre a alimentação dos diversos países, sendo permitida nos alimentos, apenas a presença daqueles que resultam da queima de madeiras, como um dos componentes das chamadas substâncias empireumáticas, utilizadas em defumação.

Quais são as principais substâncias inorgânicas utilizadas na Indústria de Alimentos e como são empregadas?

SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS

Entre estas, encontramos os Sais de ácidos inorgânicos - principalmente o NaCl, os nitratos e os nitritos e os hipocloritos - e, ainda, os Metais, os Gases e os Peróxidos.

A ação de natureza germicida, que os **metais pesados** exercem sobre os microrganismos (especialmente sobre as leveduras) é denominada ação oligodimâmica. O metal mais comumente usado é a prata e o processo recebe, industrialmente, o nome de "método catadyn".

Os **gases**, na conservação de alimentos, atuam como coadjuvantes de outros processos; é o que ocorre com o dióxido de carbono, como suporte da conservação pelo frio, com o nitrogênio e, ainda, com o dióxido de carbono, atuando como gases inertes nos enlatados submetidos à appertização.

Dentre os **peróxidos**, a água oxigenada foi bastante empregada como um preservativo do leite fresco. Atualmente, embora em pequena escala, podemos observar o seu uso nos processos de pasteurização.

Os **nitratos e nitritos**, tal como ocorre com os açúcares, são empregados como aditivos nos processos de salga de carne e isso porque, a par de sua ligeira ação bacteriostática sobre os anaeróbios, conferem ao produto final uma coloração rósea, bastante aproximada da coloração original do alimento. Tal fato pode ser explicado porque a carne fresca deve sua coloração à mioglobina, substância muito semelhante à hemoglobina. Quando tratamos a carne fresca apenas pelo sal de cozinha, a mioglobina é convertida em metamioglobina, de cor acinzentada e pouco atraente, cor esta que se acentua pelo aquecimento; em contrapartida, se juntarmos nitrato ao sal ou à salmoura, é ele convertido a nitrito, pela ação de bactérias redutoras. O nitrito formado se combina com a mioglobina, formando o complexo nitroso - mioglobina, composto de coloração rósea, estável, que, pelo aquecimento, é convertido em nitroso - hemocromogêneo, que confere ao produto a coloração vermelho vivo observados nos produtos assim tratados.

Para apressar os processos de cura, pode-se usar, diretamente, o nitrito, mas deve-se ter muito cuidado, para evitar que o excesso e/ou a má distribuição provoque no produto, manchas de coloração marrom, características, com gosto nitidamente amargo. Por isso, o mais usual é o emprego concomitante de nitratos e nitritos, de modo a se ter, sempre, uma fonte formadora de nitrito, pela redução progressiva do nitrato. Registre-se que nitratos e nitritos não são substâncias inofensivas; quando em excesso, podem provocar fenômenos de cianose grave, devido ao seu efeito redutor também sobre a hemoglobina, impedindo a esta de exercer o seu papel como transportadora de gases.

Os **hipocloritos**, geralmente de cálcio ou de sódio, liberam ácido hipocloroso (HClO), agente oxidante poderoso e, igualmente, germicida potente, destruindo os microrganismos por oxidação, ou por cloração direta de suas proteínas celulares.

Os hipocloritos são habitualmente empregados no tratamento da água utilizada na Indústria de Alimentos, bem como nas salmouras e, ainda, na higienização de utensílios e da maquinaria. Podem, também, ser utilizados para a desinfecção do gelo empregado no transporte de pescado e na lavagem de frutas e hortaliças.

O emprego do **cloreto de sódio** - processo industrialmente conhecido como “salga” - constitui um método de conservação misto, já que, embora sendo ele uma substância química, atua principalmente por um efeito físico, visto que a pressão osmótica exercida pelas suas soluções concentradas, torna a água de constituição dos alimentos inaproveitável para os microrganismos; a célula animal, no caso, funciona como uma membrana permeável, deixando escapar sua água de constituição. Alguns autores admitem que, além da ação desidratante, o sal se combina com as proteínas, formando o chamado “complexo salino - protéico”.

O cloreto de sódio pode ser empregado diretamente sobre o alimento (salga a seco), porém, mais comumente, sob a forma de salmoura, sob a forma de “banho” e, algumas vezes, de “injeção”. Quanto à quantidade a empregar, quando ela visa, apenas, a esperar que se manifeste a fermentação ácida, pode ser de, apenas, 8 a 10%; se, porém, o que se visa é impedir a multiplicação microbiana, as quantidades vão de 13% até soluções saturadas (26,5%).

Quais aspectos positivos e negativos referentes à atuação do cloreto de sódio na Indústria de Alimentos?

Aspectos positivos da atuação do NaCl

- por ser altamente higroscópico, promove, por osmose, a retirada da água de constituição dos alimentos, privando-a dela os microrganismos;
- sensibiliza os germes à ação do dióxido de carbono;
- ao ionizar-se, libera íon Cl^- , tóxico para os microrganismos;
- reduz a solubilidade de O_2 na água, dificultando a vida dos aeróbios;
- inibe as enzimas proteolíticas;
- aumentando a pressão osmótica, promove a plasmólise dos microrganismos;
- em soluções superiores a 13%, destrói a *Trichinella Spiralis*;
- em soluções saturadas (26,5%), destrói, num período de 2 a 3 semanas, as larvas do *Cisticercus bovis* e as do *Cisticercus celulosae*;
- é de preço muito baixo.

Aspectos negativos da atuação do NaCl:

- diversos germes, entre eles, o *Mycobacterium tuberculosis*, a ele resistem por meses;
- não tem poder destruidor sobre as toxinas;
- nos produtos salgados não arejados (charque, lombo salgado etc.) pode ocorrer o desenvolvimento de flora halófila;
- promove a perda de parte dos princípios nutritivos solúveis dos alimentos;
- se o sal empregado não for de muito boa qualidade, além de conferir gosto anormal ao produto, torna-o mais higroscópico.

O cloreto de sódio, além de agir como selecionador da flora ambiente, quando em concentrações baixas, bem assim como agente conservador, quando em concentrações adequadas, é, ainda, empregado na Indústria de Alimentos, como exaltador da palatabilidade de certos produtos, como acontece no caso dos pães, dos queijos e da manteiga salgada.

Como cuidados complementares à salga deve-se promover o arejamento do produto, para evitar a possibilidade do desenvolvimento de flora halófila, que vai

gerar o que, comercial e popularmente, é conhecido como “vermelhão”; pode-se recorrer, também, à utilização de envoltórios adequados - “cry o vac” - devendo a estocagem ser feita de modo a prevenir o ataque por parte do macrorganismos, especialmente moscas e predadores.

NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO

Dentre as novas tecnologias de conservação destacamos as "térmicas" tais como:

-o aquecimento ôhmico onde o alimento atua como um resistor que se aquece pela passagem de uma corrente elétrica em seu interior e

-os novos sistemas de trocadores de calor mais eficientes para processamento asséptico.

As tecnologias ditas "não-térmicas" compreendem:

-a ultrafiltração para concentração a frio de produtos fluidos e também sua pasteurização/esterilização;

-a luz pulsante de alta energia que utiliza lâmpadas de flash de alta potência que, quando disparadas, aquecem a superfície de alimento até 2.000°C em milimicro 50 kV/cm, que provoca a ruptura da parede celular causando, desta forma, a destruição dos microorganismos deteriorantes;

-o pulso elétrico de alta energia da ordem de 50 kV/cm, que provoca a ruptura da parede celular causando, desta forma, a desnutrição dos microorganismos deteriorantes;

-a radiação ionizante de alta energia, ainda que não tão nova, tem encontrado aplicações mais amplas para a destruição de patógenos em alimentos, principalmente *Salmonella sp.* e *Listeria* em carnes de frango e hambúrgueres;

-as altas pressões, da ordem de 4.000 a 10.000 atm, cujo princípio baseia-se na desnutrição das estruturas das proteínas, ocasionando, desta forma, danos aos sistemas vitais dos microorganismos;

-os métodos combinados, que associam fatores de stress sobre os microorganismos, como pH, atividade de água, princípios ativos antimicrobianos, temperatura, potencial redox, etc;

-a atmosfera modificada/controlada que, modificando a composição gasosa do espaço livre no interior das embalagens ou câmaras de estocagem ou silos, reduz e/ou inibe o metabolismo respiratório dos tecidos vivos dos microorganismos e insetos, prolongando, assim, o período de vida-de-prateleira dos produtos agropecuários;

-a microencapsulação que, envolvendo produtos sensíveis ao ar, umidade e outros fatores de degradação, permite a conservação por tempo prolongado de

aromas, vitaminas, pigmentos, etc. Permite ainda em certas aplicações controlar a taxa de liberais compostos.

Algumas tecnologias têm surgido para obtenção de novos produtos/materiais com alta qualidade.

A principal delas é a extração supercrítica que utiliza dióxido de carbono em condições supercríticas, isto é: temperaturas superiores a 31°C a pressões superiores a 73bar. Controlando-se estas variáveis é possível se fazer uma "sintonia fina" para solubilizar frações de interesse para serem extraídas.

A extrusão supercrítica utiliza a alta pressão do gás carbônico no estado supercrítico e que contém dissolvido o composto de interesse, para produzir a expansão de material extrusado. Desta forma, durante a expansão ocorre a depressurização do sistema e, como consequência, o soluto fica retido na matriz expandida.

A fritura, ainda que conhecida de há muito, tem encontrado avanços tanto no uso de novos materiais de fritura como, por exemplo, o Olestra, como em tecnologias mais sofisticadas de controle desta operação.

O corte criogênico com uso de nitrogênio líquido de produtos destinados ao congelamento. A vantagem deste processo é a ausência de líquidos e que deverá contribuir na minimização de efluentes líquidos para tratamento, assim como pré condicionar o produto para o congelamento.

A produção de bebidas com partículas em suspensão, obtidas pelo uso adequado de hidrocolóides.

É importante destacar que as tecnologias já estabelecidas são boas, sendo que geralmente demandam análise de operação para otimização de processo e segurança de saúde pública. Na prática, dentro de um mercado globalizante, pode ser fator de sucesso de um produto.

(*)REALIZAÇÕES DA CIÊNCIA DE ALIMENTOS NO SÉCULO XX

Neste século, as realizações na ciência de tecnologia de alimentos melhoraram a segurança e a qualidade do que comemos. Entre as várias inovações, destacamos algumas das melhores, separadas por décadas.

1900 - A embalagem a vácuo, que tem seu ar removido, foi criada para prolongar a validade dos alimentos. O processo de hidrogenação foi inventado para prevenir que as gorduras saturadas se tornem rançosas. Patentes americanas e britânicas propuseram o uso de radiação por íon para eliminar bactérias (1905). As frutas congeladas foram comercializadas nos Estados Unidos e o congelamento de peixes foi iniciado. O processo de congelamento, que transforma toda a água nos

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL

alimentos em gelo, resultou em um prolongamento da validade dos alimentos e diminuição do desperdício.

1910 - Primeira produção de massas em grande escala nos Estados Unidos.

1920 - É desenvolvido o processo de congelamento rápido de alimentos e iniciada a comercialização de vegetais congelados pelo processo de fervura rápida. Ferver rapidamente os alimentos antes de congelá-los preserva as enzimas que inibem a descoloração e estimulam o desenvolvimento dos sabores, melhorando assim a qualidade dos vegetais congelados. A fortificação de alimentos tem início com a adição de iodo ao sal de mesa (1924).

1930 - O processo de congelamento a vácuo, que é o congelamento rápido seguido por secagem a vácuo em baixa temperatura, foi inventado para preservar os alimentos. Nessa década a Vitamina D começa a ser adicionada ao leite através de radiação ultravioleta (1933).

1940 - Inicia-se, em grande escala, a produção automatizada de alimentos. Alimentos concentrados, desidratados e congelados, como sucos cítricos, são produzidos em grande quantidade para ser enviados aos militares norte-americanos no exterior.

A farinha de trigo começa a ser fortificada com vitaminas e ferro (1940).

Processamento e empacotamento asséptico (alta temperatura, esterilização em curto período dos alimentos e seus recipientes) são desenvolvidos, melhorando a qualidade, segurança dos alimentos e retenção dos nutrientes.

1950 - A embalagem de atmosfera controlada é desenvolvida para prolongar a validade dos alimentos frescos. Ela controla o oxigênio e o dióxido de carbono nas embalagens para limitar a respiração e produção de etileno, e retarda o amadurecimento e estrago. Em 1953, as forças armadas norte americanas começam o programa de irradiação de alimentos e é descoberta a estrutura dupla do DNA, marcando o fundamento da compreensão genética e desenvolvimento da tecnologia de recombinação do DNA.

1960 - A primeira planta de congelamento de alimentos a vácuo é aberta e o café congelado a vácuo entra no mercado. Esse processo envolve um rápido e profundo congelamento, seguido pela sublimação da água através do aquecimento do produto congelado em uma câmara a vácuo. Preserva os alimentos, retém sabor

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL

original, aroma, tamanho, forma e textura quando desidratados. O processamento controlado por computador melhora a qualidade e eficiência do produto. O FDA aprova a irradiação para evitar estrago do trigo e da farinha de trigo (1963), para inibir germinação nas batatas (1964) e para prolongar a validade das batatas (1965). Latas assépticas são adotadas pelos produtores de alimentos.

1970 - O sistema de Análise de Ponto Crítico de Controle de Perigo (HACCP) é desenvolvido em conjunto pela administração da Aeronáutica Espacial Nacional, Pillsbury Co. e o Natick Laboratories das forças armadas norte americanas, para melhorar a qualidade e segurança dos alimentos processados para os astronautas. A tecnologia de recombinação do DNA é desenvolvida (1973).

1980 - As embalagens com atmosfera modificada, através da injeção de gás de nitrogênio, foram introduzidas para prolongar a validade dos alimentos e protegê-los de estrago, oxidação, desidratação, perda de peso e queima. Processamento e embalagem assépticos foram adotados nos Estados Unidos. O Food and Drug Administration (FDA) aprova a irradiação para o controle da *Trichinella Spermalis* em carne de porco, para retardar o amadurecimento de alguns vegetais e frutas (1986) e para o controle de microrganismos em temperos e ervas (1986).

1990 - O sistema HACCP é adotado pelos produtores de alimentos, em parte por ser obrigatório pelo FDA, para peixes e produtos derivados de frutos do mar (1995), e pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), para controlar bactérias ofensivas em aves congeladas frescas (1990) e carnes vermelhas (1997). O processo de pasteurização para cascas de ovo, aquecimento ôhmico (passa uma corrente elétrica através do alimento para rapidamente aquecê-lo até uma temperatura de esterilização) e pasteurização rápida (aquecimento e esfriamento rápido) de sucos frescos são comercialmente aplicados para melhorar a segurança e qualidade dos alimentos. O processamento por alta pressão (pressão hidrostática de 50.000 a 100.000 psi) é aplicado em alimentos embalados frescos para matar os microrganismos, sem alterar o sabor, aparência e valor nutritivo. A pasteurização a vapor e a vácuo de carcaça de boi é introduzida para reduzir micróbios. A enzima de engenharia rDNA *chymosin* substitui o coalho na produção da maioria dos queijos, por ser produzida em grande quantidade, e possibilita maior consistência na qualidade e pureza do produto. O primeiro alimento de engenharia rDNA, um tomate com amadurecimento retardado, foi introduzido comercialmente (1994). Sistemas de embalagem ativa, que interagem com o conteúdo ou com a

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL

atmosfera interna da embalagem, são desenvolvidos para melhorar a qualidade dos alimentos. Sucos cítricos que não são derivados de concentrados são comercializados.

São introduzidos os produtos de grãos fortificados com ácido fólico (1998) e suco de laranja com cálcio.

Alguns importantes acontecimentos do século estendem-se durante várias décadas, como o enriquecimento de alimentos (os nutrientes perdidos no processamento são adicionados de volta aos alimentos) e a fortificação (adição de nutrientes que não estão originalmente presentes nos alimentos) para fornecer aos consumidores importantes nutrientes e práticas seguras de enlatar alimentos. Apesar do processo de enlatar alimentos ter sido desenvolvido entre 1775 e 1810, só foi nos últimos 60 anos que os cientistas de alimentos determinaram os processos térmicos necessários para enlatar determinados vegetais com segurança. Um processo de enlatar seguro resulta em produtos comerciais esterilizados e com prazo de validade mais longo.

PREVISÕES PARA OS ALIMENTOS DO NOVO MILÊNIO

O quê o ano 2000 guarda para os alimentos? Cientistas de alimentos dos Estados Unidos enxergam seções dos supermercados exclusivas para alimentos funcionais (produtos que fornecem benefícios à saúde além dos nutrientes básicos) e pílulas para otimizar a nutrição.

“Eu vejo as prateleiras dos supermercados lotadas de alimentos funcionais que são direcionados a pessoas com problemas de saúde específicos”, prevê Fergus Clydesdale, PHD, Professor e Diretor do departamento de Ciência de Alimentos da Universidade de Massachusetts. “Estes alimentos podem ser codificados por cores que correspondem à disposição genética das doenças crônicas, como câncer, diabetes e problemas do coração, ou aos riscos de saúde, como colesterol alto ou problemas de pressão. Pessoas sensíveis a tais problemas de saúde poderão então comprar alimentos com códigos apropriados e, assim, reduzir os riscos de saúde”. Esta idéia combina com a tendência atual, de os consumidores usarem os alimentos como remédio. Segundo Health Focus (1998), um terço dos consumidores escolhem regularmente alimentos para propósitos médicos, como mel para dores de garganta e suco de “cramberry” para infecções urinárias.

As pessoas talvez tenham a opção de obter seus nutrientes diários através de pílulas ao invés de alimentos, diz Manfred Kroger, PHD, professor do departamento de Ciência de Alimentos da Universidade do Estado da Pennsylvania: “Talvez tenhamos, por exemplo, “vending machines” que nos permitirão programá-

las a partir de um perfil de saúde e então obter a pílula com o máximo de nutrientes necessários”.

Porém Kroger reconhece que as pílulas não substituirão o prazer de comer, não atualmente, mas compensarão os benefícios das substâncias em alimentos que ainda não são identificados. “As pessoas, provavelmente, irão continuar a saborear suas comidas favoritas, como “steaks” e chocolates, porém as pílulas nutrientes irão compensar dietas não tão saudáveis ou complementar às saudáveis”.

(*) ESTA CRONOLOGIA É DERIVADA EM PARTE DO FASCÍCULO DA “FOOD TECHNOLOGY”, UMA PUBLICAÇÃO DO “INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS” (IFT), DOS ESTADOS UNIDOS.

Bibliografia Consultada

Alguns colorantes alimentarios, espesantes, condensados de humo y otras sustancias FAO Informe tecnico 556 - 1974

Alimentos enlatados. Princípios de controle de processamento térmico e avaliação de fechamento de recipientes - ITAL - Campinas, Brasil - 1975

Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. Martha Nelly, Uboldi Eiroa Campinas - Boletim do ITAL v. 18 nº 3 - Campinas, Brasil - 1981

Avaliação toxicologica de certos aditivos alimentares - FAO Informe tecnico 599 - 1976

Avaliação toxicologica de certos aditivos alimentares - FAO Informe tecnico 617 - 1978

Biologia dos fungos, bactérias e virus. Greta B. Stevenson - Editora PolígonoS.A. - São Paulo, Brasil - 1974

Características das bactérias importantes em Tecnologia de Alimentos. Fumio Yokoya - Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade de Campinas - 1975

Coliformes totais e gerais como indicadores de contaminação. Mauro Faber Leitão, Coletânea do ITAL v. 4 - Campinas - Brasil - 1971/72

Cor da carne e defumação em fumaça líquida. Lígia A. Hsu eJ. D.Sink - ITAL v. 8 - Campinas, Brasil - 1977

Desenvolvimento microbiano em embalagens de cereais e produtos derivados. Mauro Faber Leitão, B.A.Jordão, Ivone Delazari - Boletim do Ital 4983-92 - Campinas, Brasil - 1974

Estudos preliminares sobre o efeito do repetido congelamento e descongelamento de carne bovina, na qualidade e valor nutritivo do suco exsudado - Boletim do ITAL nº 48 - Campinas, Brasil - 1976

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL

- Food Microbiology. Roberts and Faskinner - Academic Press - London N. York - 1983
- Food Packaging. Stanley Sacharow e Roger C. Griffin - The AVI Publishing Company Inc. - Estados Unidos - 1973
- Higiene Industrial aplicada nas indústrias de alimentos. Fumio Yokoya - Instituto Nacional de Tecnologia - Rio de Janeiro, Brasil - 1977
- Influência da embalagem na contaminação de produtos alimentícios. Luiz Fernando Ceribeli Madi - Boletim do Ital nº 18 - Campinas, Brasil - 1981
- Irradiação de alimentos. Frederico M. Wiendl - Boletim da SBCTA - Brasil - 1978
- Isolamento de microrganismos elaboradores de enzimas xilose-isomerase e xilitol-desidrogenase. Hilary C. de Menezes, Paulo Celso Biasoli - ITAL - Coletânea v. 7 - Campinas, Brasil - 1976
- Isolamento de microrganismos produtores de celulase. Tobias J. Barreto de Menezes, Paulo Roberto de Lima e Thomaz Ara kaki - ITAL Coletânea v. 7 tomo 1 - Campinas, Brasil - 1972
- Limpeza e desinfecção na indústria de alimentos. Fumio Yokoya - ITAL Boletim 43 - Campinas, Brasil - 1975
- Lista de aditivos evaluados en cuanto a su inocuidad en el uso alimentaria FAO/OMS - 1974
- Microbiologia. Pelczar, Reid, Chan Mc Graw-Hill do Brasil - São Paulo Brasil 1981
- Microbiologia das carnes. Ivone Delazari - ITAL Boletim 52 - Campinas, Brasil - 1977
- Microbiologia de alimentos congelados. Microflora de vários alimentos congelados. Ivone Delazari - Boletim Ital nº 1 v. 17 - Campinas, Brasil - 1980
- Microbiologia de alimentos desidratados. Mauro Faber Leitão, Ivone Delazari, Hamilton Mazzoni - ITAL Boletim v. 5 - Campinas, Brasil - 1973/74
- Microbiologia do pescado e controle sanitário no processamento Mauro Faber Leitão - ITAL Boletim v. 17 nº 1 - Campinas, Brasil - 1977
- Princípios de Tecnologia de alimentos. Altanir Jaime Gava - Editora Nobel S.A. - São Paulo, Brasil - 1984
- Princípios gerais de tecnologia e inspeção do pescado. Glênio Cavalcante de Barros - Departamento de Tecnologia da Universidade Rural do Rio de Janeiro - Brasil - 1971
- Processamento de alimentos congelados. FAO e P.N.U.D. - ITAL - Campinas - 1972
- Processamento do leite longa vida por temperatura ultra alta e breve tempo. Genevaldo de Souza - ITAL Boletim 48 - Campinas, Brasil - 1976
- Produção de alimentos por fermentação láctica. Tobias de Menezes ITAL Boletim 32 - Campinas, Brasil - 1972
- Progress in Industrial Microbiology. M. J. Bull - Elsevier Scientific Publishing
-

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL

Company - Amsterdam N. York 1982

Specifications for identity and purity thickening agents, anticaking agents, antimicrobial antioxidants, emulsifiers - FAO - Rome - 1978

Tecnologia da defumação de produtos cárneos, Lígia A. Hsu - ITAL boletim 52 - Campinas, Brasil - 1977

Tecnologia das fermentações. Urgel de Almeida Lima, Eugênio Aquarone, Walter Borzani - Editora Edgard Blucher - São Paulo, Brasil - 1975

Tobias, J. B. de Menezes, Mauro Faber Leitão, Néelson Teixeira de Mendonça - ITAL v. 1 - Campinas, Brasil - 1965/66

Tópicos de Microbiologia Industrial. Eugênio Aquarone, Walter Borzani, Urgel de Almeida Lima - Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo, Brasil - 1975