

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Fundamentos de estabilidade de
ALIMENTOS

2ª edição revista e ampliada

Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo
Editora Técnica

Embrapa
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Drª Sara Mesquita, 2.270
Bairro do Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.cnpat.embrapa.br
sac@cnpat.embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Agroindústria Tropical

Comitê de Publicações da
Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
Marlon Vagner Valentim Martins

Secretário-executivo
Marcos Antônio Nakayama

Membros
José de Arimatéia Duarte de Freitas
Celli Rodrigues Muniz
Renato Manzini Bonfim
Rita de Cássia Costa Cid
Rubens Sonsol Gondim
Fábio Rodrigues de Miranda

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/liv
sct.vendas@embrapa.br

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial
Fernando do Amaral Pereira
Lucilene Maria de Andrade
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Josmária Madalena Lopes

Copidesque e revisão de texto
Francisco C. Martins

Normalização bibliográfica
Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico, editoração eletrônica
e tratamento de imagens
Júlio César da Silva Delfino

Capa
Paula Cristina Rodrigues Franco

1ª edição

1ª impressão (2004): 250 exemplares

2ª edição

1ª impressão (2012): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Fundamentos de estabilidade de alimentos / Henriette Monteiro Cordeiro
de Azeredo, editora técnica. – 2 ed. rev. e ampl. – Brasília, DF :
Embrapa, 2012.

326 p. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-121-0

1. Alimento. 2. Armazenamento de alimento. I. Azeredo, Henriette
Monteiro Cordeiro de. II. Embrapa.

CDD 664.028

© Embrapa 2012

Apresentação

A busca crescente por alimentos de qualidade condiz com o aumento das expectativas do consumidor, certo de o padrão de qualidade ser uma constante no período entre a aquisição e o consumo. Essas expectativas são uma consequência não somente do requerimento básico de que o alimento deve permanecer seguro, mas também da necessidade de minimizar a ocorrência de alterações indesejáveis na qualidade do produto.

Concebida por uma equipe de 20 autores – pesquisadores e/ou professores – de 7 instituições de ensino e pesquisa, e de 2 Unidades da Embrapa, esta segunda edição de *Fundamentos da Estabilidade de Alimentos*, revista e ampliada, descreve o que há de mais recente na área, que está sempre a lançar novos desafios a pesquisadores e a engenheiros de alimentos.

Dividido em nove capítulos, este livro aborda os diferentes tipos de alterações – microbiológicas, químicas e físicas – que os alimentos sofrem durante a estocagem, os princípios básicos de cinética de degradação de alimentos e os princípios gerais dos mais importantes métodos convencionais de conservação de alimentos. Apresenta, ainda, algumas tendências em métodos de conservação, bem como o papel da embalagem na estabilidade de alimentos, principalmente as embalagens ativas, uma tendência de suma importância, que contribui para a excelência da conservação de alimentos. Por último, este trabalho aborda a aplicação da nanotecnologia a essa área.

No ano em que comemora seu Jubileu de Prata, a Embrapa Agroindústria Tropical sente-se satisfeita em disponibilizar a presente obra à sociedade, na certeza de que ela constituirá uma valiosa fonte de consulta, além de contribuir para o aprimoramento tecnológico dos processos relacionados à estabilidade dos alimentos. Assim, ao mesmo tempo que favorece os agente produtivos, proporciona mais segurança e qualidade de vida aos consumidores finais.

Vitor Hugo de Oliveira
Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Prefácio

Todos os alimentos sofrem graus variados de deterioração durante a estocagem. E a taxa de perda de qualidade é determinada pelos seguintes fatores: composição e características do produto; condições de processamento; características e efetividade do sistema de embalagem; condições ambientais às quais o produto é exposto durante a estocagem.

As alterações responsáveis por perda de qualidade são de vários tipos, incluindo reações químicas, e alterações microbiológicas e físicas. Essa divisão é feita por motivos didáticos, mas suas fronteiras nem sempre são bem definidas. Por exemplo, certos microrganismos podem produzir alterações enzimáticas (químicas) em proteínas, resultando em modificações na textura (física) do alimento.

A vida de prateleira de um alimento pode ser definida como o tempo em que o produto leva para se deteriorar até atingir um nível inaceitável de qualidade, o que, muitas vezes, pode ser complicado pelo fato de que o conceito de inaceitável varia bastante entre indivíduos. A determinação da vida de prateleira deve levar em consideração aspectos de segurança alimentar, nutricionais e de aceitação pelo consumidor.

As consequências das várias formas de alteração – que ocorrem durante a estocagem – são de vários tipos e de diferentes graus de importância. Num extremo, podem ser triviais, embora indesejáveis, como alterações de cor, sabor ou textura. No extremo oposto, existem as alterações que comprometem a segurança do consumidor, como é o caso da produção de toxinas por ação microbiana. Por estarem intimamente associadas a questões de segurança alimentar, as alterações microbiológicas são consideradas as mais importantes e as que recebem maior atenção, quando se trata de métodos de conservação de alimentos.

Geralmente, a estabilidade de um alimento é discutida com base em dois tipos principais de fatores: os intrínsecos (ligados diretamente às características do alimento) e os extrínsecos (ligados ao ambiente que o envolve).

Entre os fatores intrínsecos, podem ser citados: atividade de água, pH, composição química e carga microbiológica inicial.

Entre os fatores extrínsecos, destacam-se: temperatura, umidade relativa do ar, exposição a radiações luminosas e disponibilidade de oxigênio, entre outros.

A seleção do sistema de embalagem e dos métodos de conservação a serem adotados para um dado alimento dependem das susceptibilidades específicas desse alimento. É importante que a escolha dos métodos de conservação seja a mais racional possível, garantindo a estabilidade do alimento durante sua vida de prateleira, procurando minimizar as alterações a suas propriedades sensoriais e nutricionais, danos esses que podem decorrer tanto do processamento quanto das condições de estocagem. Daí, o surgimento de novas técnicas de conservação, cuja finalidade é preservar ao máximo as propriedades originais do alimento, tendência essa impulsionada pelas crescentes exigências do consumidor por produtos mais frescos e saudáveis.

Este livro é dividido em nove capítulos, que abordam: os diferentes tipos de alterações (microbiológicas, químicas e físicas) que os alimentos sofrem durante a estocagem (Capítulos 1, 2 e 3, respectivamente); os princípios básicos de cinética de degradação de alimentos (Capítulo 4); os princípios gerais dos métodos convencionais (Capítulo 5) e não convencionais (Capítulo 6) de conservação de alimentos; o papel da embalagem na estabilidade de alimentos (Capítulo 7).

Duas abordagens específicas são também relacionadas a embalagens de alimentos: as embalagens ativas e inteligentes (Capítulo 8) e o uso de nanotecnologia, no Capítulo 9, acrescentado a esta segunda edição. Além da inclusão deste novo capítulo, os demais capítulos foram revistos e atualizados.

Espera-se que esta segunda edição ajude os leitores a entender os mecanismos envolvidos na estabilidade de alimentos, assim como os recursos tecnológicos disponíveis (ainda que apenas em nível de pesquisa) para aumento dessa estabilidade.

Henriette M. C. de Azeredo
Editora Técnica

Sumário

Capítulo 1

Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem ... 15

Capítulo 2

Alterações químicas em alimentos durante a estocagem..... 39

Capítulo 3

Alterações físicas em alimentos durante a estocagem 77

Capítulo 4

Fundamentos de cinética de degradação e estimativa
de vida de prateleira 103

Capítulo 5

Princípios dos métodos de conservação de alimentos..... 129

Capítulo 6

Fundamentos dos principais métodos não convencionais
de conservação de alimentos 187

Capítulo 7

Embalagens e suas interações com os alimentos..... 223

Capítulo 8

Embalagem ativa na conservação de alimentos..... 253

Capítulo 9

Aplicação da nanotecnologia em embalagens de alimentos 287

Capítulo 1

Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem

Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo

Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Edy Sousa de Brito

Raquel Monteiro Cordeiro de Azeredo

Introdução

Microrganismos provenientes do solo, da água, do ar, de utensílios e do trato intestinal do ser humano e de animais podem contaminar os alimentos. Segundo Franco e Landgraf (1996), dependendo do tipo de interação com o alimento, os microrganismos podem ser classificados em três categorias:

Deterioradores – Que promovem alterações químicas resultantes da atividade metabólica dos microrganismos, que se desenvolvem em compostos do alimento como fonte de energia, comprometendo a qualidade do produto final, geralmente do ponto de vista sensorial (aparência, odor, sabor e textura).

Patogênicos – Que promovem o desenvolvimento de infecções ou intoxicações no indivíduo que consumir o alimento contaminado.

Fermentadores – Que promovem reações químicas específicas, as quais produzem alterações desejáveis em alimentos, modificando suas características sensoriais. É o caso dos microrganismos usados na produção de queijos, vinhos e pães, entre outros.

Os microrganismos contaminantes não estão presentes em tecidos vivos saudáveis que podem ser invadidos, caso ocorram injúrias mecânicas (lesões) ou desintegração de tecidos, como no caso do processamento (POTTER; HOTCHKISS, 1995). A microflora abrigada por um alimento varia em função da flora inicial da matéria-prima, da composição do alimento, e das condições de processamento e de estocagem a que o produto for submetido (GRAM et al., 2002).

Alimentos comercialmente esterilizados – e acondicionados em embalagens metálicas ou de vidro – podem sofrer deterioração microbiológica, caso o tratamento térmico seja insuficiente ou quando ocorrerem falhas na hermeticidade da embalagem, permitindo a entrada de microrganismos. Para produtos pasteurizados, as alterações microbiológicas dependem:

- Das características do alimento.
- Da carga microbiana sobrevivente ao tratamento térmico.
- De contaminações após o processamento.
- Da temperatura de estocagem.