

Universidade de São Paulo
 Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
 Curso: Engenharia de Alimentos

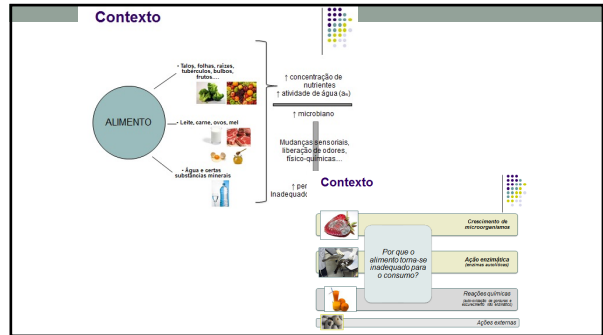
PROCESSAMENTO E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ZEA 0567)

SEMANA 3: CONSERVAÇÃO PELO USO DO CALOR

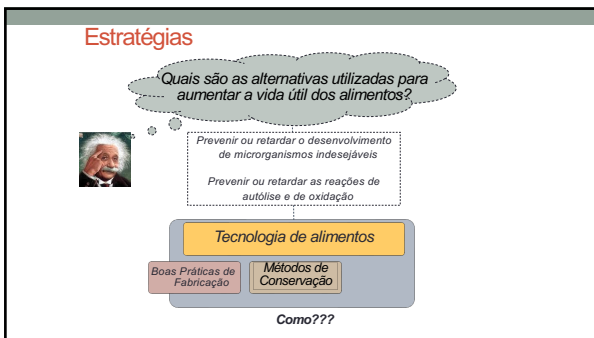
Profa. Dra. Fernanda M. Vanin

Pirassununga - 2024

1



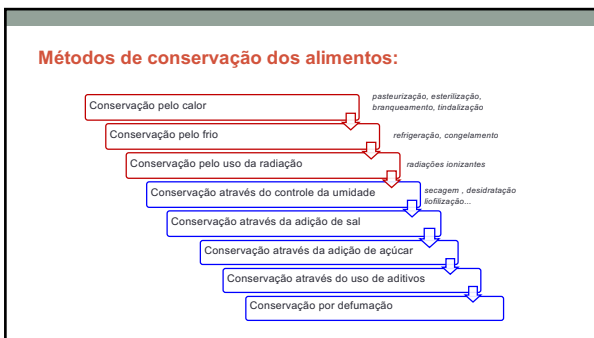
2



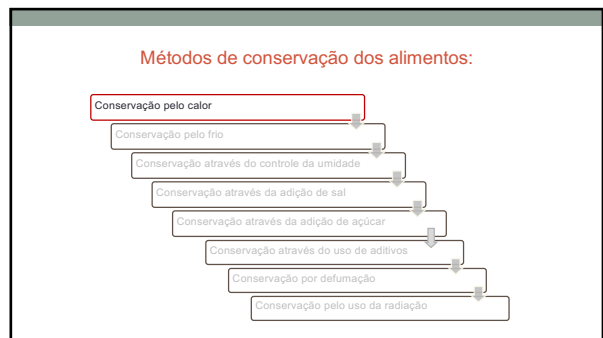
3



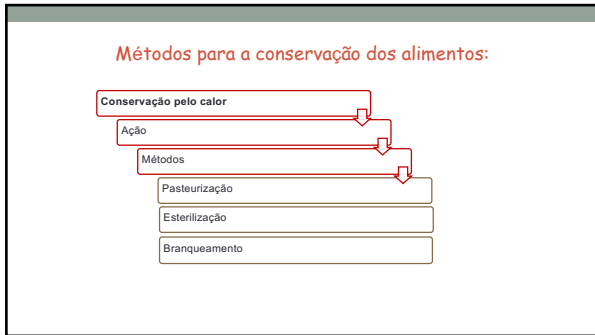
4



5



6



7



8

Conservação pelo calor

Ação

Temperatura x crescimento microbiano (a) / atividade enzimática (b)

Equação de Arrhenius (c)

$$\log v = -\frac{Ea}{2,303RT} + \log A$$

v = velocidade da reação
 Ea = energia de ativação
 R = cte universal dos gases (8,3144 J/mol K)
 T = temperatura absoluta (K)
 A = cte denominada fator de frequência

9

Conservação pelo calor

Ação

Temperatura x crescimento microbiano (a)

D (tempo de redução decimal) = tempo à uma determinada T para reduzir a população microbiana à um décimo do seu valor inicial

Esposos:
 Bacillus aeróbios e
 Clostridium anaeróbios

Recomendação da indústria de produtos de baixa acidez : + que 12 D

10

Conservação pelo calor

Ação

Temperatura x crescimento microbiano (a)

Valor z = intervalo de temperatura para o qual D diminui ou aumenta 10 vezes

11

Conservação pelo calor

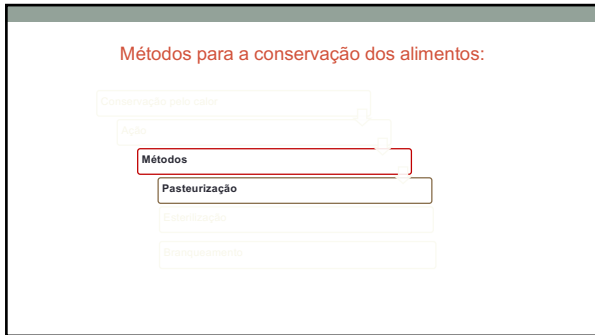
Ação

Exemplo...

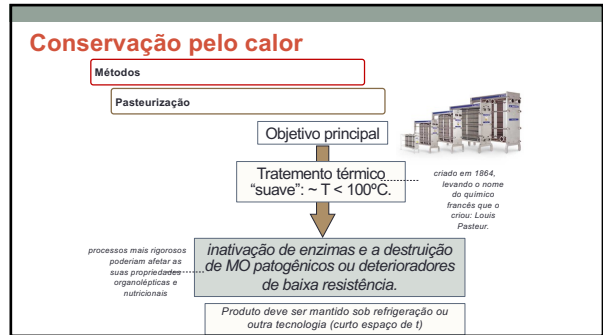
Microorganismo	Valor z	D121 (min)
<i>B. stearothermophilus</i>	10,7	4
<i>B. subtilis</i>	7,4-13	0,48 – 0,76
<i>B. cereus</i>	9,7	0,0065
<i>B. megaterium</i>	8,6	0,04
<i>C. sporogenes</i>	13	0,15
<i>C. botulinum</i>	9,9	0,21

Fonte: Lund, 1975.

12



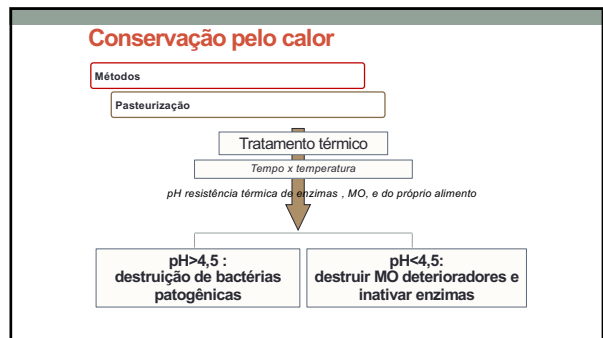
13



14



15



16

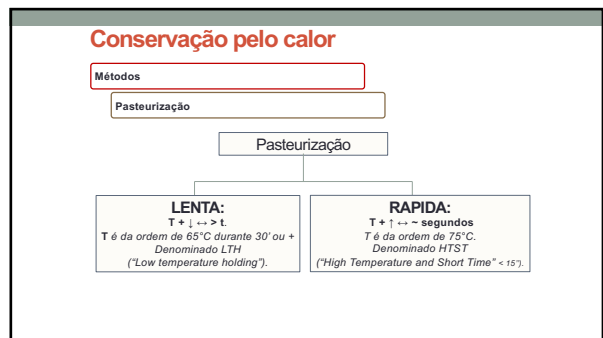
Conservação pelo calor

Métodos

Alimento	Objetivo 1	Objetivo 2	Condições mínimas de tratamento	Estocagem
pH < 4,5				
Suco de frutas	Inativação de enzimas	Destruição de MO deterioradores	65°C/30' 77°C/1' 88°C/30"	Tamb
Cerveja	Destruição de MO deterioradores		65-68°C/20' (garrafas) 72-75°C/1-4' 8-900-1000Pa	Tamb
pH > 4,5				
Leite	Destruição de MO patogênicos	Destruição de enzimas e MO deterioradores	63°C/30' 71,5°C/15'	refrigeração
Ovo líquido	Destruição de MO patogênicos	Destruição de MO deterioradores	64,5°C/2,5' 60°C/3,5'	refrigeração
Sorvete	Destruição de MO patogênicos	Destruição de MO deterioradores	65°C/30' 71°C/10' 80°C/15"	refrigeração

Fonte: Fellows, 1994.

17



18

Conservação pelo calor

Métodos

Pasteurização

Visa destruir patógenos não-esporulados e reduzir deteriorantes.

- Temperaturas normalmente abaixo de 100°C
- NO LEITE
 - Lenta: 60 – 62°C por 30min (tanques encamisados/ com agitação)
 - HTST: 72°C por 15seg (trocadores de calor)
- EM SUCOS DE FRUTAS
 - HTST: 96 – 97°C por 15 a 16seg (trocador de calor)

19

Conservação pelo calor

Métodos

Pasteurização

20

ALIMENTAÇÃO E LAVAGEM DOS OVOS

21

Conservação pelo calor

Métodos

Pasteurização de ovos

22

Conservação pelo calor

Métodos

Pasteurização de sucos e leite (TetraPak)

23

Conservação pelo calor

Métodos

Pasteurizador tubular

sucos
polpas
produtos com sólidos em suspensão
produtos com viscosidade média

24

Conservação pelo calor

Métodos

Pasteurização Superfície raspada

Diagram labels: ESPALHADOR, ZONA DE FORTALECIMENTO DO REFRIGERAMENTO, PRODUTO, EXATO, DESPACHADORES, TEMPO DE PRODUTO, ISOLAMENTO DE VÁCUO, REVESTIMENTO DE BOMBA.

25

Conservação pelo calor

Métodos

Pasteurização Trocador a placas

26

Métodos para a conservação dos alimentos:

Conservação pelo calor

Agão

Métodos

Refrigeração

Esterilização

Enlatamento

27

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

Objetivo principal

Tomar "estéril" Esterilidade comercial

"...TT... livre de microrganismos capazes de reproduzir-se no produto em condições não refrigeradas de armazenamento e distribuição."

Não necessariamente em um sentido microbiológico estrito

Destrução de MO patogênicos e deterioradores (* bactérias esporuladas, - enzimas)

Armazenar a temperatura ambiente por longos períodos

© Qualidade sensorial e valor nutritiva

Tempo de TT

- Parâmetros de esterilização
- pH do alimento
- Tamanho do embalagem
- Estado físico de embalagem

28

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

-Processo

Alimento acondicionado

Alimento não acondicionado

Destruir MO e inativar enzimas

Esterilizador

Temperatura vários períodos de tempo

Esterilizadores contínuos ou descontínuos (Autoclaves ou esterilizadores hidrostáticos, flash 18)

Processo direto ou indireto (UHT)

29

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

Esterilização de alimentos acondicionados

alimento

Produto líquido, pastoso, sólido

embalagem

Latas, garrafas, vidros, plástico termosselável

Preenchimento, evacuação do ar e fechamento

"head-space"

Esterilização (100-125°C)

Armazenamento à Tamb

30

Conservação pelo calor

Métodos

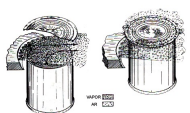
Esterilização

Exaustão

Visa produzir vácuo.

Como promover ?

1. Vácuo mecânico (recravadeira);
2. Enchimento a quente;
3. Banho-maria;
4. Jato de vapor (túnel de exaustão).



Processo obrigatório para latas!!!

31

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

Por que fazer exaustão?

- > Remover o ar do interior das embalagens;
- > Reduzir a pressão para diminuir tensões durante o tratamento térmico. Evitar deformações e rupturas das embalagens;
- > Para deixar as extremidades da embalagem côncavas, indicador de bom estado de conservação. Extremidades convexas podem ser indícios de deterioração do alimento;
- > Evitar oxidação lipídica, degradação de pigmentos e aromas.

32

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

Túnel de exaustão

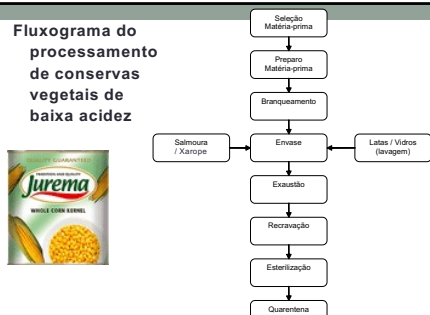


Entrada do produto

Vapor

33

Fluxograma do processamento de conservas vegetais de baixa acidez



34

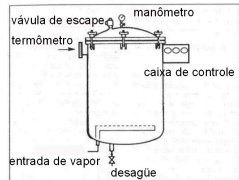
Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

Esterilização de alimentos acondicionados

Esterilizadores descontinuos



35

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

Esterilização de alimentos acondicionados

Esterilizadores descontinuos



36

Conservação pelo calor

Métodos

- Esterilização
- Esterilização de alimentos acondicionados
- Esterilizador contínuo

37

Conservação pelo calor

Métodos

- Esterilização
- Esterilização de alimentos não acondicionados
- alimento
- Produtos líquidos e semi-líquidos (leite, sopa, purês, nata...)
- Esterilização (trocador de calor)
- embalagem
- Acondicionamento asséptico
- Armazenamento à Tamb
- Processo direto ou indireto (UHT)

38

Conservação pelo calor

Métodos

- Esterilização
- Processo de esterilização UHT **INDIRETO**

39

Processo UHT indireto

Fig. 9.20 Indirect UHT system based on indirect heating in a plate heat exchanger.

40

Conservação pelo calor

Métodos

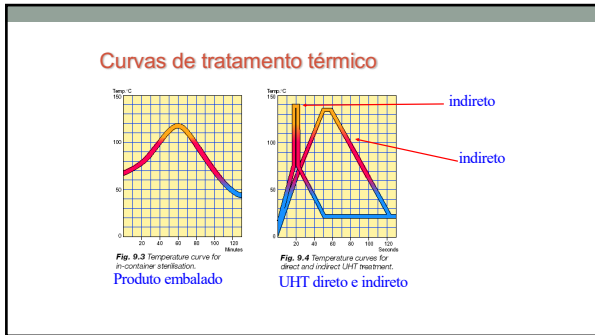
- Esterilização
- Processo de esterilização UHT **DIRETO**

41

Processo UHT direto (produto no vapor)

Fig. 9.19 Vessel in which the product is heated by infusion into the steam.

42



43

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização

Tetra Pak

- Peróxido de hidrogênio aquecido 70°C/ 6s
- Peróxido de hidrogênio é eliminado do material de embalagem pelos roletes de pressão ou ar quente.

45

Conservação pelo calor

Métodos

Esterilização (- pasteurização)

Efeitos dos tratamentos térmicos

⊖

Modificações principalmente de cor, sabor, aroma e consistência (leite: produto mais branco: desnaturação de proteínas do soro)

⊖

Sabor deficiente (-SH) (↓ com o tempo)

Sabor de cozido (reações de maillard)

⊖

Perda de proteínas, proteínas do soro, redução na concentração de vitaminas (A,D,E e complexo B), B12, tiamina, ácido fólico, ac. ascórbico, e lisina

46

Métodos para a conservação dos alimentos:

Conservação pelo calor

Após

Métodos

Desnaturação

Pasteurização

Branqueamento

47

Branqueamento

O que é branquear?

1984 1986

48

Conservação pelo calor

Métodos

Branqueamento

Objetivo principal

Inativação de enzimas

Objetivo secundário...

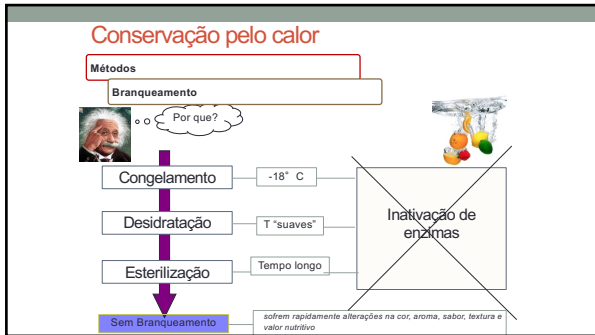
peroxidase e a catalase
© Bons indicadores

Por que?

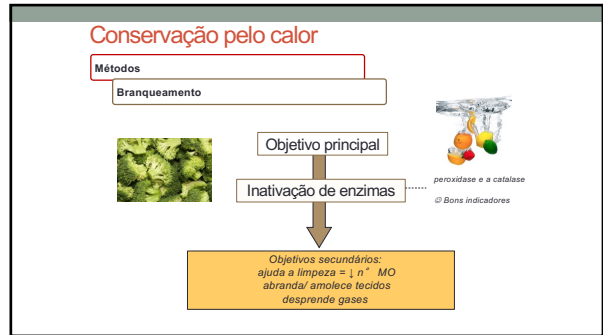
Frutas e vegetais

tratamento aplicado usualmente antes do congelamento, desidratação ou esterilização

49



50



51



52



53

Conservação pelo calor

Métodos

- Branqueamento

Vegetal imerso em água à 100°C	Tempo de branqueamento (min)
Aspargos	2-4
Feijão	1-4
Beterraba pequena (inteira)	3-5
Beterraba em cubos	3
Brócolis	2-3
Milho	2-3
Ervilha	1-12
Espinafre	12

Fonte: Lund, 1975.

54

Conservação pelo calor

Métodos

- Branqueamento

* Problemas...

- ⊗ processos longos: perda da textura – cloreto de cálcio à água (+pectina = pectato de cálcio → estabilidade textura)
- ⊗ perda de vitaminas hidrossolúveis, minerais, e outros;
- ⊗ modificações dos pigmentos: 0,125% carbonato de sódio ou óxido de cálcio (proteger a clorofila); maçã: 2,0% NaCl

55

Conservação pelo calor

Métodos

Branqueamento

• Aplicações nas operações do processamento

56

Comparação processos térmicos

Processo	Temp. média	Barreira adicional?
Pasteurização	71.5° C, 15 s ou equivalente	sim
Hot-fill	~ 85° C	sim
Branqueamento	100° C – curto tempo	sim
Esterilização commercial	□ 100° C	não

57

Sistema "Hot fill" ou enchimento a quente

- Produto é cozido ou aquecido e embalado a quente (~85°C).
- Invertido
- Barreiras: calor + ausência de o. + acidez ervaçã.
- Deve se associar outro método
- Ex. geleia, Ketchup

58

Sistema "Hot fill" ou enchimento a quente

- Multiplas barreiras para proporcionar segurança
- Tratamento térmico e sistema anaeróbio
- +
- Baixo pH ou
- Baixa Aw ou
- Adição de agentes antimicrobianos

59

Sistema "Hot fill": produtos típicos

- Compotas e geléias (baixo pH e baixa aw)
- Xaropes (baixa Aw)
- Caldas de sobremesa (baixa Aw)
- Outros molhos ou sucos (pH baixo ou de baixa Aw)

60