

Universidade de São Paulo
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

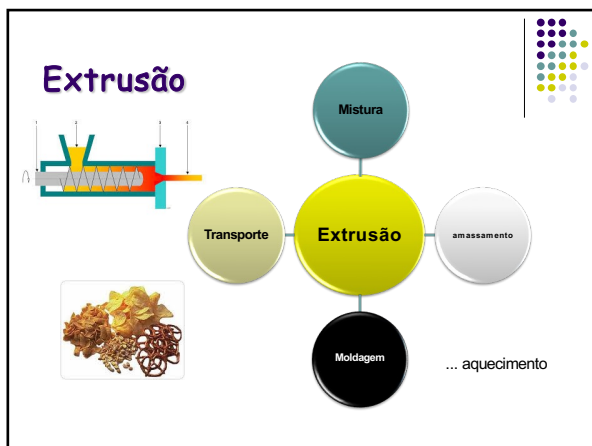



Processamento de alimentos por EXTRUSÃO

Profa. Fernanda M. Vanin

Pirassununga

1

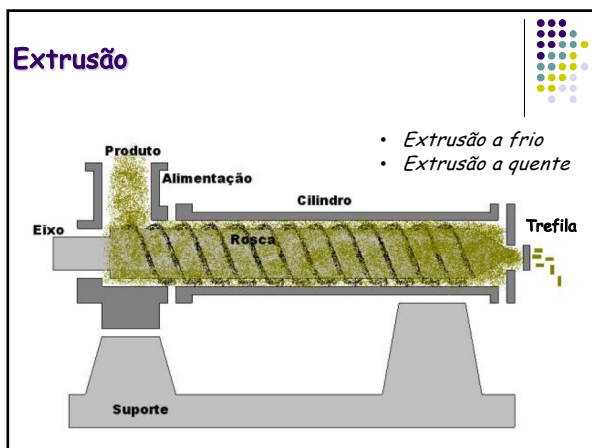


2

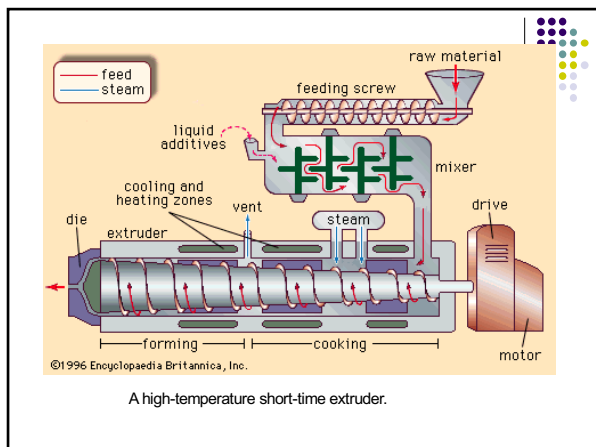
Extrusão

- Por que usar a extrusão?
 - Versatilidade
 - Custo reduzido
 - Altas taxas de produção e produção automatizada
 - Qualidade do produto
 - Não há efluentes do processo

3



4



5



6

Extrusão

- Conjuga:
 - Alta temperatura (ou a frio)
 - Alta pressão
 - Alto cisalhamento
- Efeito:
 - Se desejado, expansão do produto
 - Há desenvolvimento de sabor
 - Modificações da cor
 - Estabilização microbiológica e enzimática**
 - Mudanças na textura ou viscosidade

Exemplos: snacks, cereais matinais, balas, proteína texturizada de soja

7

Extrusão: o que acontece com o alimento?

- Envolve simultaneamente mistura, amassamento e cozimento (à quente)
 - Hidratação do amido e proteínas
 - Homogeneização
 - Cisalhamento
 - Amido** + alta T = Gelatinização
 - PTN** + alta T + cisalhamento = desnaturação/ reorientação
 - Gorduras** = derretimento
 - Expansão (ou não)

Propriedades reológicas do alimento

8

Extrusão: o que acontece com o alimento?

- Propriedades da matéria-prima
 - Tipo de matéria-prima
 - Teor de umidade
 - Estado físico dos materiais
 - Composição química (tipo de amido, ptn, gordura e açúcares)
 - pH

Mesmo extrusor + pequena alteração ingredientes = diferente produto final

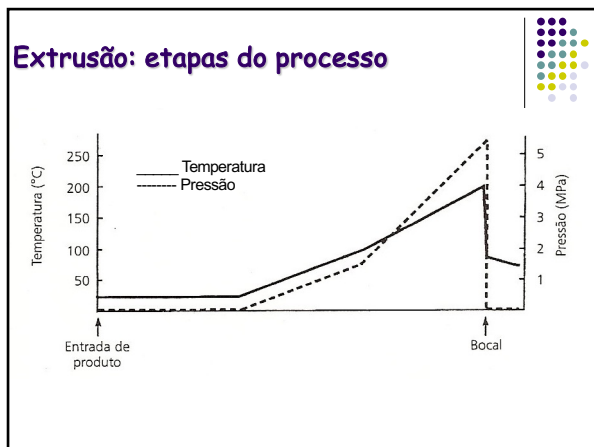
9

Extrusão: etapas do processo

Parâmetros de operação mais importante:

- Temperatura
- Pressão
- Diâmetro de abertura da trefila
- Taxa de cisalhamento

10



11

Extrusão: tipos de extrusores

Rosca simples

Rosca dupla

Figura 134 Elementos amassadores de um extrusor de rosca dupla. (a) elemento no estado estacionário depois do avanço de 1/3 da massa de produto; (b) perfil de água de dois pontos; (c) movimento do material (Cortesia de Wenger y Fiedlerer Ltd.).

12

Extrusão: extrusores de rosca simples

Rosca simples

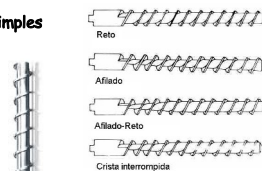


- Alto cisalhamento**
 - cereais matinais e salgadinhos expandidos
- Médio cisalhamento**
 - proteína texturizada e ração semi-úmida
- Baixo cisalhamento**
 - modelagem de massa, produtos cárneos, gomas

13

Extrusão: extrusores de rosca simples

Rosca simples



- Custo de investimento + baixo
- Custo de operação + baixo
- Utilização mais simples
- + utilizados:
 - cozimento simples
 - moldagem

Figura. Vários tipos de parafusos mono-peça (El-Dash, 1981).

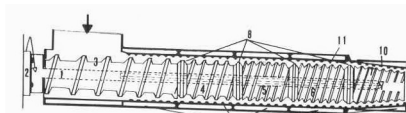


Figura. Extrusor de único parafuso multi-peça (El-Dash, 1981).

14

Extrusão: extrusores de rosca dupla

Rosca dupla



- Alta flexibilidade cisalhamento
- Maior interesse
- Operação mais difícil

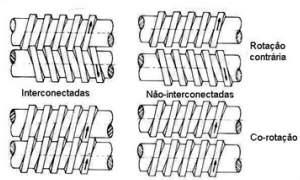


Figura: Várias configurações para a rotação e posição das duplas roscas (El-Dash, 1981).

15

Extrusão: extrusores de rosca dupla

Rosca dupla



- Considerações:
- mudanças frequentes de produtos
 - ↑ gordura (até 20%) (4% rosca simples)
 - ↑ açúcar (até 40%) (10% rosca simples)
 - ↑ umidade (até 65%) (30% rosca simples)
 - tamanhos e formas uniformes
 - tamanhos de partículas muito pequenas (< 1.5 mm)
 - produtos feitos com pós de densidade muito baixa
 - formulações especiais.

16

Extrusão: aplicações

- Extrusão a frio
 - Massa, salsinha, confeitos, massas de confeitos.
- Cozimento por extrusão (HTST)
 - Confeitos (goma de fruta - mistura açúcar, glicose, e amido)
 - calor gelatiniza amido, dissolve açúcar, vaporiza água
 - textura: formulação
 - forma: trefila
 - Corante e aromatizante
 - Produtos de cereais (crispybread, cereais matinais)
 - Crispy: farinha trigo + leite em pó + amido de milho+água
 - Tostado: diminuir Xbue escurecer superfície
 - Economia: 66% assamento convencional; 60% área
 - Cereais matinais: grandes partículas de milho (grits)
 - Calor + P, secos, temperados, laminados, tostados, aspersão de vitaminas
 - Alimentos à base de proteína soja
 - Destrói enzimas - melhora digestibilidade

17

Extrusão: efeitos nos alimentos

- Características sensoriais
 - Textura
 - Grau de alteração do amido
 - Cor
 - "esmaecimento" - expansão
 - Pigmentos sintéticos
 - Aroma
 - Após a saída de trefila
- Valor nutritivo
 - Pequena perda de vitaminas
 - Ácido ascórbico e β-caroteno - 50%
 - Lisina, cistina e metionina em arroz: 50 a 90%
 - Destruição de componentes antinutricionais em produtos de soja



18

Extrusão: efeitos nos alimentos

Tabela . Efeitos da extrusão termoplástica FONTE: Killeci (1994).

EFEITO EM:	POSITIVO	NEGATIVO
Carboidratos	Modificação do amido Aumento da digestibilidade Desenvolvimento de "flavour"	Reação de Maillard (não enzimático) Hidrólise
Proteínas	Aumento da digestibilidade Desnaturação	Destruição de aminoácidos Reação de Maillard, ligações cruzadas Formação de lisinoalanina
Lípidios	Aumento da digestibilidade Formação de complexo lipídio-amido	Aumento da rancidez
Fibras	Aumento da digestibilidade Decréscimo de volume Destruição de fitatos	Aumento da digestibilidade Decréscimo de volume
Vitaminas		Destruição
Minerais	Aumento da biodisponibilidade	
Microorganismos	Destruição	
Enzimas	Inativação, p.ex. lipase, peroxidase, lipoxigenase, miosinase, urease	Inativação, p.ex. amilase, fitase
Fatores nutricionais	Inativação, p.ex. inibidores de tripsina, lectinas	
Componentes tóxicos	Inativação, p.ex. glucosinolato, gossipol, glicoalcalóides, aflatoxina	
"Flavour"	Redução de "flavours" indesejáveis	Perda de "flavours" desejáveis

19

Extrusão

Pet Food: MP ricas em proteínas

Alcaçuz, caramelo, balas e gomas de mascar: amido, açúcar, água, corantes e aromatizantes

Proteína texturizada de soja: extrusão destrói enzimas, ↑ digestibilidade e vida de prateleira

Cereais matinais: MP ricas em amido (farinha de milho, de arroz e de trigo)

20

Extrusão

15. Spaghetti fino - Spaghetti fito - Spaghetti fito
Fino spaghetti - Esparguete fino

17. Espirales - Torvaldes - Fusilli - Taitel Espirales

8. Lazo pequeno - Pectus papilionis
Farfallina - Small Bow-tie - Lazo pequeno

Massas: preparadas com farinha de trigo, água e sal, podendo ter outros ingredientes, como ovos e pigmentos

21

Extrusão

Pet Food

Cereais matinais

Proteína texturizada de soja

22

Extrusão

Gomas de mascar
Balas

Co-extrusão

23

Massa extrudada sólida

Massa extrudada sólida

15. Spaghetti fino - Spaghetti fito - Spaghetti fito
Fino spaghetti - Esparguete fino

16. Talharim - Noodle longas - Linguine long straight - Talharim

5. Pectus - Graines - Seme di melone Secco - Pectus

a) espaguetei;

b) talharim reta;

f) sementes;

d) parafuso;

c) "cabelo de anjo";

g) lasanha.

e) gravatas;

24



25