

BIOQUÍMICA DO CACAU

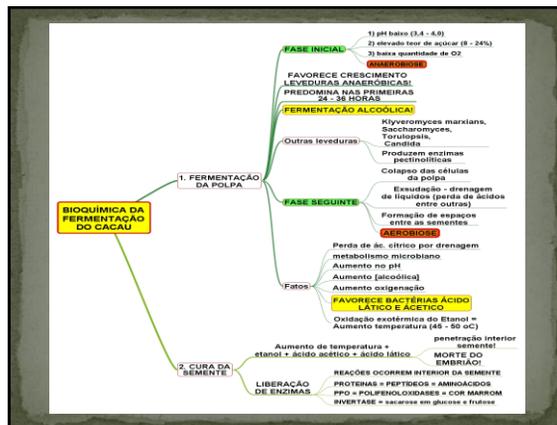
Parte 2

Prof. Marta Mitsui Kushida



FOTO CRÉDITO: Marta Kushida, 2014

1



2

Principais enzimas

- ENZIMAS HIDROLÍTICAS:**
 - Invertase, glicosidases, proteases = fase anaeróbia
 - Principais produtos
 - Açúcares; aminoácidos, peptídeos (torra = Reação de Maillard)
 - Cianidinas (desenvolvimento de cor).
- ENZIMAS OXIDATIVAS:**
 - Polifenoloxidase. = fase aeróbia
 - (principais substratos = catequinas e leucocianidinas)
 - Principais consequências
 - Redução adstringência e amargor
 - Redução "off flavour"

3

Principais fenômenos físicos e bioquímicos que ocorrem na fase alcoólica

- Hidrólise de proteínas (aminoácidos)

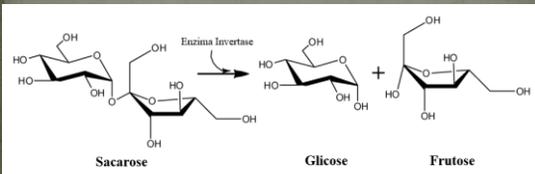


Proteína intacta → Baixo grau de hidrólise + Médio grau de hidrólise + Alto grau de hidrólise

4

Principais fenômenos físicos e bioquímicos que ocorrem na fase alcoólica

- Hidrólise de açúcares presentes na polpa

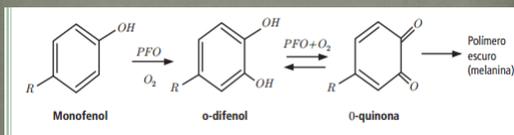


Sacarose + Enzima Invertase → Glicose + Frutose

5

Principais fenômenos físicos e bioquímicos que ocorrem na fase alcoólica

- Escurecimento dos cotilédones (reações de oxidação dos compostos fenólicos)



Monofenol $\xrightarrow{PFO, O_2}$ o-difenol $\xrightarrow{PFO+O_2}$ o-quinona → Polímero escuro (melanina)

6

PRECURSORES DO SABOR DE CHOCOLATE

- Aminoácidos livres**
- Peptídeos**
- Açúcares redutores**
- Polifenóis**

Proteínas dos alimentos (são as formadas por mais que ... aminoácidos)

Peptídeos (são as formadas por 2 ou 3 aa aminoácidos)

Açúcares REDUTORES

- O açúcar de Tabela é um indicador de grupos aldeído e cetona (devido ao α -D-ribulose).
- Açúcares que produzem um resíduo de glicose com o reagente de Fehling são chamados de açúcares redutores.

Polifenóis

7

FASES PRINCIPAIS DO BENEFICIAMENTO DO CACAU

PRINCIPAIS FASES DA FERMENTAÇÃO DO CACAU

- BIOFERMENTAÇÃO**
 - Participam células vivas de microrganismos,
 - Produzem fatores metabólicos (enzimas, etc.) que atuam na fase subsequente.
- QUIMIOFERMENTAÇÃO**
 - Processa-se por ação de enzimas produzidas no estágio anterior
 - Não envolve células vivas.

8

A) BIOFERMENTAÇÃO (FERMENTAÇÃO)

9



10

FOTOS CRÉDITO: in: FERREIRA et al, 2013

11

GERMINAÇÃO:

- Nos cochos ocorre a biofermentação.

Logo após a retirada das sementes do fruto, com a presença de ar e umidade inicia-se a germinação.

12

A) BIOFERMENTAÇÃO

- **ETAPAS:**
 1. Multiplicação de **LEVEDURAS** e produção de álcool etílico (FASE ALCOÓLICA);
 2. Multiplicação de **ACETOBACTÉRIAS** e produção de ácido acético (FASE ACÉTICA);
 3. Difusão de ácido acético nas amêndoas (permeabilização do tegumento);
 4. Autólise de células dos microrganismos.

13

BIOFERMENTAÇÃO

- Transformações: elevação de temperatura; alteração de pH, secreção de exsudados, etc.
- A autólise das células de levedura após a fase logarítmica de crescimento, fornece as **ENZIMAS** necessárias para obtenção final do sabor de chocolate.

14

BIOFERMENTAÇÃO

- Alguns estudos com microrganismos:
- Gênero *Saccharomyces* (isolados de cocho de fermentação em Uruçuca, BA) = possível obter produto de excelente qualidade (1965)
- *Candida tropicalis* (isoladas de casca de maçã) = também possível obter um produto de qualidade superior
 - *Estudos mais recentes?????????*

15

BIOFERMENTAÇÃO

- Microrganismos produtores de ácido acético (por oxidação do álcool etílico):
 - Devem produzi-lo em quantidade suficiente para exercer o efeito de permeabilização do tegumento.

16

BIOFERMENTAÇÃO

- Fermentação
 - processo exotérmico (grande quantidade de calor!);
- Evitar que se atinjam temperaturas acima de 45 – 48 °C!
 - Podem inativar enzimas;
 - Desenvolvimento e a multiplicação dos microrganismos ficam comprometidas, alterando a produção dos elementos necessários ao processo.

- Final da biofermentação:
 - as amêndoas apresentam um teor de umidade entre 50 e 60% e são levadas para secagem.

17



FOTO CRÉDITO: in: FERREIRA et al, 2013

18



19



FOTOS CRÉDITO: in: FERREIRA et al, 2013

20

B) QUIMIOFERMENTAÇÃO (SECAGEM)

21

B) QUIMIOFERMENTAÇÃO

- Nesta fase, as enzimas produzidas na etapa anterior atuam sobre os compostos químicos presentes nas amêndoas, nas quais ocorrem modificações que resultam na obtenção do sabor de chocolate.

22

QUIMIOFERMENTAÇÃO

- Temperatura de secagem - 34-40°C.
- Esta é também a temperatura ótima na ação enzimática.

23

pH

- Fatores extremamente importantes para formação do sabor e aroma:
 - 1) taxa de difusão dos ácidos orgânicos para o interior do cotilédono e tempo de entrada;
 - 2) duração do pH ótimo;
 - 3) pH final
 - pH alto (5,5 - 5,8) = amêndoas não fermentadas:
 - Baixo índice de fermentação e teste de corte
 - Acima destes valores = notas de off-flavour.
 - pH baixo (4,75 - 5,19) = boa fermentação.
 - Abaixo destes valores = pobre em aroma e sabor de chocolate.

24

Importantes componentes para o sabor e aroma de chocolate produzidos na fermentação

- ethyl-2-methylbutanoate, tetramethylpyrazine e algumas pirazinas.
- Notas de amargor = teobromina e cafeína, juntamente com dicetopiperazinas formados na torra juntamente com a decomposição de proteínas.
- Outros precursores derivados de aminoácidos: 3-methylbutanal, phenylacetaldehyde, 2-methyl-3-(methylthio)furan, 2-ethyl-3,5-dimethyl- and 2,3-diethyl-5-methylpyrazine

• (Taylor, 2002)

25

RESUMINDO

26

Mudanças que ocorrem externa e internamente nas amêndoas

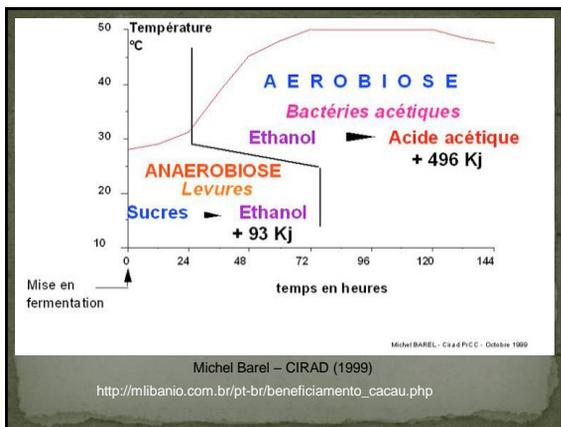
FOTO CRÉDITO: in: FERREIRA et al, 2013

27

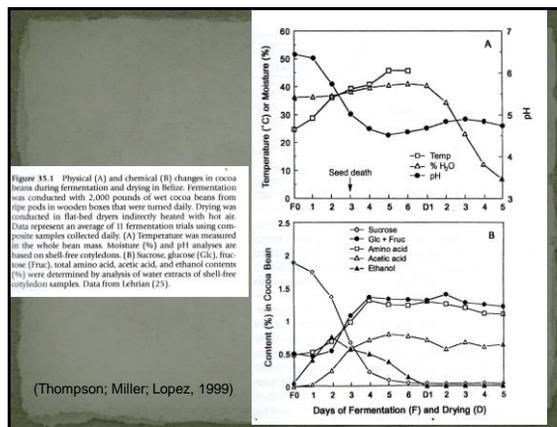
EVOLUÇÃO DA FERMENTAÇÃO

CARACTERÍSTICAS DAS AMÊNDOAS

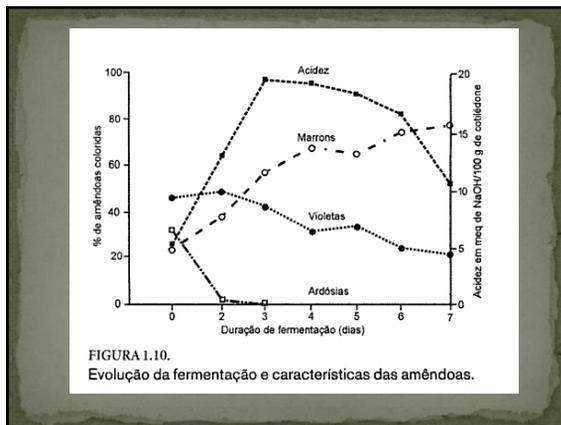
28



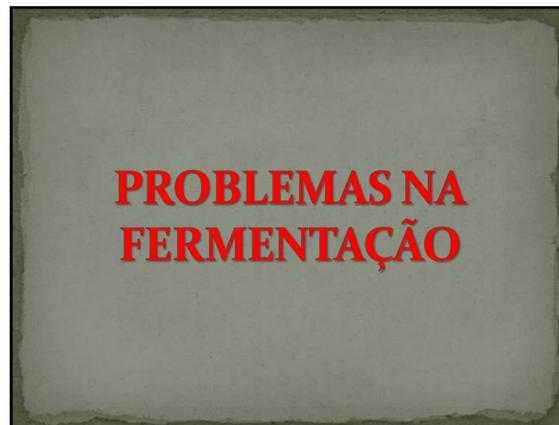
29



30



31

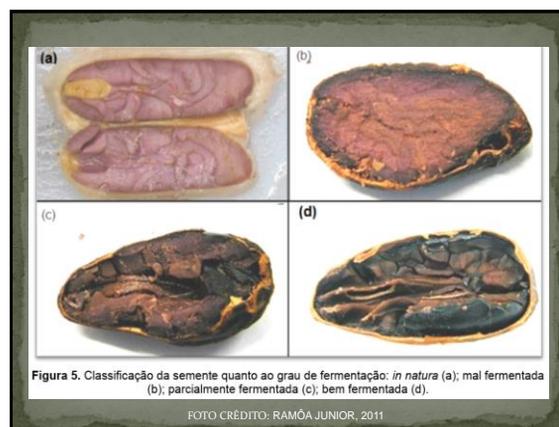


32

Principais problemas de uma fermentação deficiente

1. ACIDEZ ELEVADA
 - Curto período de fermentação - 3 a 4 dias
2. CACAU ARDÓSIA
 - Inexistência de fermentação - 1 dia
3. CACAU VIOLETA
 - Curto período de fermentação - 3 a 4 dias
4. CACAU SOBREFERMENTADO
 - Excesso de fermentação - > 7 dias.

33



34

Ponto ideal de um cacau bem fermentado (empiricamente)

1. Coloração externa vermelho-marrom
2. Ao espremer a amêndoa entre os dedos escorre um líquido de cor vinho tinto
3. Coloração interna da amêndoa é violeta claro a marrom e os cotilédones apresentam-se abertos, com ranhuras ou canaletas (não compactado)
4. Cacau tem cheiro de malte, praticamente isento de ácido acético.

35



36

Secagem

- Observações:
 - Temperaturas mais baixas, as reações se processam mais lentamente;
 - Temperaturas mais altas podem levar à desnaturação das enzimas.
 - As amêndoas devem ser revolvidas com frequência, provavelmente devido à necessidade de oxigenação para ação enzimática.
 - Experiências tem comprovado que o tempo ótimo de secagem é entre 4 a 5 dias.
 - A umidade final das amêndoas não deve ultrapassar 7-8%
 - Umidade mais elevada = contaminação por fungos e insetos
 - Umidade mais baixa = amêndoas quebradiças.

37

Principais reações:

- Ação de polifenóis oxidases.
 - Escurecimento enzimático

Umidade final desejada:

7 - 8%

38



39



40

Referências complementares

1. AFOAKWA, E. *Chocolate Science and Technology*. Blackwell Publishing, 2010.
2. MARTINS, J. M. et al. *Melhoria da Qualidade de Cacau*. Ilhéus: CEPLAC/CENEX, 45p, 2012.
3. FERREIRA, A. C. R.; AHNERT, D.; MELO NETO, B. A.; NETO MELLO, D. L. *Guia do beneficiamento do cacau de qualidade*. 1ª ed. Bahia: Instituto Cabruca, 52p, 2013.
4. FERREIRA, A. C. R. *Beneficiamento de cacau de qualidade superior*. Editora: PTCSE, Ilhéus, Bahia: 2017, 76p.
5. RAMÓIA JÚNIOR, A. G. A. *Comportamento cinético de compostos polifenólicos e enzimas oxidativas na fermentação de cacau da Amazônia*. Dissertação: Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, 2011.
6. THOMPSON, S. S.; MILLER, K. B.; LOPEZ, A. S. *Cocoa and Coffee*. In: *Food Microbiology – Fundamentals and Frontiers*. Ed. DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J. Washington: ASM Press, 1997. 768p. Cap. 35. pag. 649-661.
7. CUNHA, J.; SERÓDIO, R. S. *Tecnologia Disponível para o Beneficiamento e armazenamento do cacau*. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 172. 45 p. 1991.
8. GARCIA, I. J. S.; MORAES, F. J. C.; ALMEIDA, D. C.; DIAS, I. C. *Beneficiamento, Armazenamento e Padronização do cacau* (cap. IX). CEPLAC, 1985.

41

Agora vamos testar nosso conhecimento?

- Preparei um QUIZ pelo google forms para fixação dos conhecimentos aprendidos nesta aula de beneficiamento do cacau.
- Vamos lá responder?

42