



Ha-La Biotec

NÚMERO 169 | OUT-DEZ 2024

PARTE 1

Defeitos mais comuns em queijos

O estudo das causas de defeitos em queijos combina experiência prática e conhecimento científico para identificar e solucionar os problemas. Alguns defeitos podem afetar a qualidade do produto, a rentabilidade do processo e a aceitação por parte do consumidor. Entre os defeitos mais comuns, podemos destacar a acidificação e a formação de gás.

Acidificação

A produção controlada de ácido láctico a partir da lactose por bactérias do ácido láctico é uma etapa vital durante a fabricação de praticamente todas as variedades de queijos. A acidificação é a etapa mais importante na qualidade e padronização do queijo e tem papel crucial em vários processos, como: controle e prevenção do crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos; impacto na velocidade de desmineralização da coalhada; promoção da sinérese, contribuindo na composição do queijo, especialmente no teor de umidade; impacto na proteólise – quanto mais elevado o pH no queijo mais rápida é a sua maturação; e maior retenção da enzima coagulante quanto menor for o pH, acelerando a proteólise, em especial para coagulantes com baixo índice C/P.

Para solucionar um defeito decorrente da acidificação, é essencial identificar sua origem. Normalmente, pode estar relacionada à qualidade do leite, presença de resíduos antibióticos, altas contagens de NSLAB, ataque de bacteriófagos, falhas durante o processo de fabricação, limpeza sanitária (resíduos de detergentes e/ou sanitizantes), temperatura e intervalo de CIP (presença de biofilmes).

Falhas no processo de acidificação

Gráfico para auxílio nos diagnósticos



Diagnóstico de falhas no processo de acidificação

A acidificação do queijo pode ser dividida em quatro etapas. Os principais aspectos a serem examinados na identificação de falhas durante esse processo são: a presença de inibidores no leite, fermento fora das condições de armazenamento recomendadas e seu fracionamento inadequado, que ocorrem na etapa 1 (ver gráfico acima).

Durante a etapa dois, período entre a faixa de pH 6,3 e 6,1, pode ocorrer um atraso principalmente quando utilizado o microrganismo *Streptococcus thermophilus*, o que pode indicar alta concentração de ureia ou nível significativo de oxigênio dissolvido no leite. Na etapa três, entre a faixa de pH de 6,1 a 5,5, a razão mais provável

Excesso de espuma



Exemplo de leite com excesso de espuma, podendo prejudicar a curva de acidificação. *Streptococcus thermophilus* é um microrganismo microaerófilo podendo ser sensível à presença de O₂. A espuma pode aumentar as perdas de “finos”, pequenas partículas de coalhada que se perdem no soro.

Muçarela ideal



Exemplo de uma massa de muçarela com excelente cinética de acidificação (sem ataque fágico) e com desmineralização ideal. O processo de desmineralização da muçarela é determinante para atender às propriedades funcionais, em especial, ao fatiamento. A muçarela para fatiamento necessita apresentar 2,4 a 2,7% de Ca/ESD no momento da filagem.

Principais grupos microbianos na produção de gás nos queijos

Microrganismos	Substrato	Gases produzidos
<i>Clostridium tyrobutyricum</i>	Lactato	CO ₂ , H ₂
<i>Lactobacillus casei</i>	Citrato	CO ₂
<i>Lactobacillus brevis</i>	Lactose	CO ₂
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Ureia	CO ₂
Coliformes	Lactose	CO ₂ , H ₂
Leveduras	Lactose/Lactato	CO ₂
<i>Bacillus subtilis</i>	Lactose	CO ₂ , H ₂
Lactococos citrato-positivos	Citrato	CO ₂
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Lactose/Citrato	CO ₂
<i>Leuconostoc dextranicum</i>	Lactose/Citrato	CO ₂
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Lactato	CO ₂

para atraso é ataque de bacteriófagos e/ou falhas no processo de fabricação do queijo.

Ao final da cinética de acidificação, na quarta etapa, um problema muito comum é a pós acidificação e as razões mais prováveis são o desequilíbrio entre as cepas, elevadas contagens de NSLAB, longos intervalos de limpeza CIP do pasteurizador ou excesso de soro dentro dos grãos.

Estufamento por formação de gás

O desenvolvimento de gás durante a maturação é evidente pela presença de olhaduras, rachaduras ou gás dentro da embalagem. O gás produzido no queijo pode ocorrer nos primeiros dias de maturação (estufamento precoce) ou nos últimos estágios de maturação (estufamento tardio).

Estufamento precoce

O gás produzido logo após a fabricação e responsável por criar vários pequenos “buracos” no queijo é ge-

ralmente causado pelo crescimento de bactérias do grupo coliformes ou leveduras. O estufamento por coliformes é a principal e mais danosa causa de estufamento precoce em queijos. Para que ele ocorra é necessário um foco de contaminação com um número mínimo de coliformes no leite. Estudos indicam que acima de 300 UFC/ml de leite já seria suficiente para causar danos, principalmente se ocorrer alguma falha na acidificação (curva de pH lenta), disponibilizando mais lactose para a fermentação.

Um parâmetro muito eficaz para combater o estufamento precoce é a velocidade com que o cultivo acidifica até pH 6,0, sendo este um limite prático muito importante de prevenção deste defeito.

Algumas espécies de leveduras podem fermentar lactose e lactato para produzirem CO₂. Normalmente, podemos identificá-las quando pequenas olhaduras são acompanhadas por outras maiores. Formas de combate podem incluir boas práticas de fabricação (BPF) e, principalmente, uma cinética de acidificação capaz de consumir rapidamente a lactose.



A formação de gás na superfície do queijo também pode ocorrer quando a casca contém resíduos de lactose. Em condições anaeróbicas essa lactose é fermentada por leveduras, sendo a *Saccharomyces cerevisiae* mais comum, resultando na produção de CO₂ e etanol. A característica mais comum desse defeito é um odor típico de frutas fermentadas e as fontes mais costumeiras são a salmoura e as câmaras de secagem.

Estufamento tardio

O estufamento tardio é outro defeito grave e comum na produção de queijos, afetando principalmente os de longa maturação, em especial àqueles que passam por um período em câmaras “quentes” e são feitos com leite de gado alimentado com silagem de qualidade inferior. Quando a silagem não é fermentada adequadamente, a quantidade de esporos aumenta consideravelmente. A principal causa do estufamento tardio é a presença de bactérias do grupo *Clostridium*, que fermentam lactato em ácido acético, ácido butírico, CO₂ e H₂.

Características da fermentação butírica

As características dos queijos com fermentação butírica são odor forte e butírico, lembrando à rancidez; sabor intenso e levemente rançoso, podendo apresentar notas adocicadas, textura com presença de crateras, trincas e/ou rachaduras,

Queijo com contagens de coliformes acima 1 x 10⁷.



Características do defeito

Estufamento ainda na forma ou prensa

Deformação dos queijos

PH elevado

Olhaduras úmidas “cho-rando”, lisas e brilhantes

Principais focos de contaminação

Pasteurizador com placas perfuradas

Tubulações, conexões, formas e utensílios sujos e/ou “ponto morto” para CIP

Higiene pessoal

Cultivo com dificuldades para baixar o pH

além de olhaduras irregulares. Em alguns casos, as olhaduras podem ser semelhantes às causadas por bactérias propiônicas.

Na prática é comum encontrar fermentações butíricas menos pronunciadas, não identificadas com clareza. Nesses casos, os resultados visuais e sensoriais devem ser confirmados por análise laboratorial. Quando o problema se apresenta após aproximadamente 60 dias, não é possível identificar a presença de *Clostridium* na sua forma vegetativa. No entanto, este microrganismo deixa seu “rastros”, permitindo a identificação via perfil de fermentação (PF), quantificando o ácido butírico. Algumas caracte-

terísticas dos defeitos em queijos com *Clostridium* incluem, liberação de ácido butírico (C₄) no processo de lipólise – principal indicador da fermentação butírica –, e nível de ácido butírico geralmente superior a 400 mg de C₄ por quilograma de queijo. É importante não definir este defeito apenas pelas manifestações visíveis, como estufamentos, pois sua origem pode ser ambígua.

O perfil de fermentação possibilita a avaliação da natureza da fermentação em queijos com tempos de maturação variados. Contudo, cada tipo de queijo apresenta um perfil de fermentação específico, que varia conforme o tipo de cultivo utilizado e o período de maturação.

Avaliação do perfil de fermentação de queijos suscetíveis à contaminação por *Clostridium*

Queijos com adição de *Propionibacterium freudenreichii*

Utiliza-se a seguinte regra de decisão: $PF = \frac{C_3}{(C_3+C_4)} \times 100$ (PF = Índice de perfil fermentativo C₃ = Ácido propiônico C₄ = Ácido butírico)



Se 0,5 < PF < 0,9 = fermentação intermediária propio-butírica



Se PF > 0,9 = fermentação propiônica



Se PF = < 0,5 = fermentação butírica



Queijos duros: PF > 2000mg/kg = fermentação butírica



Queijos semiduros (alta lipólise): C₄ / C₃ ≥ 4 = fermentação butírica

A técnica mais eficaz no combate desses defeitos é a produção com leite de vacas que não sejam alimentadas com silagem ou, se forem, com silagem bem fermentada e

uma rigorosa higiene na ordenha. No entanto, esses métodos são difíceis de implementar. Veja no quadro a seguir outros métodos de prevenção.

Métodos para prevenção de estufamento tardio

MÉTODOS	VANTAGENS	DESVANTAGENS	
Conservantes artificiais	<ul style="list-style-type: none"> Prevenção do crescimento pelo uso de conservantes químicos <ul style="list-style-type: none"> Nitrato Lisozima 	<ul style="list-style-type: none"> Suprime o estufamento tardio dos esporos de Clostrídio 	<ul style="list-style-type: none"> Não atende à demanda do consumidor por ingredientes alimentícios naturais Declara um alérgeno no rótulo (lisozima) Nenhum (ou baixo) valor de soro de leite
Tratamento mecânico	<ul style="list-style-type: none"> Remoção mecânica de esporos do leite <ul style="list-style-type: none"> Microfiltração Bactofugação 	<ul style="list-style-type: none"> Remove células vegetativas e esporos nocivos Eficiência: 75-99% de remoção de células e esporos de bactérias 	<ul style="list-style-type: none"> Altos custos de instalação e manutenção de equipamentos Risco de estufamento tardio causado por esporos remanescentes
Bioproteção por fermentação	<ul style="list-style-type: none"> Bioproteção com culturas alimentares e fermentação <ul style="list-style-type: none"> BioSafe™ 	<ul style="list-style-type: none"> Inibe o crescimento de esporos de Clostrídio Atende à demanda do consumidor por ingredientes alimentícios reais BioSafe™ pode ser combinado com um tratamento mecânico para obter uma proteção ainda mais forte 	<ul style="list-style-type: none"> Ajuda e suporte podem ser necessários durante a implementação, a fim de garantir que todos os benefícios sejam obtidos

Queijos contaminados por fermentadores de citrato

Outros microrganismos que causam defeitos são os *Lactococcus* positivos para citrato ou *Leuconostoc spp.* que podem produzir CO₂. Este grupo tem apresentado problema recorrente nas fábricas, afetando tanto peças inteiras quanto bandejas fatiadas em atmosfera modificada (ATM). O defeito é evidenciado quando a contagem de fermentadores de citratos excede 10⁵ UFC/g e a cinética de acidificação é

lenta, associada à presença de bacteriófagos (a partir de 10³ UFC/g, alguma olhadura pode ser observada no queijo). Observa-se um desenvolvimento excessivo de olhaduras que, em alguns casos, podem formar crateras e/ou rachaduras no interior dos queijos, confundindo-se com contaminação por *Clostridium*. As olhaduras são desprovidas de umidade, lisas e brilhantes. Na maioria dos casos, o sabor não sofre alterações significativas. Mas, quando ocorre, pode-se observar um sabor tendendo ao adocicado.

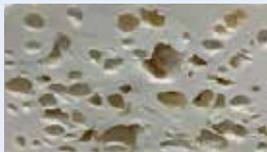
Para a detecção desses microrganismos, pode-se utilizar o meio de cultura ágar Leesment enriquecido com componentes como citrato de cálcio e carboximetilcelulose, empregados como substratos, favorecendo o crescimento desse grupo de bactérias. A prevenção envolve a implementação de CIP intermediário no pasteurizador com intervalo máximo de 8 horas – podendo variar em função da qualidade inicial da matéria prima –, bactofugação ou degerminação do leite, resfriamento rápido do queijo, manutenção de ótima cinética de acidificação e, no caso de queijos muçarela e prato, um teor de sal na umidade superior a 2,5%. Recomenda-se também a utilização de cultura protetora como, por exemplo, a linha BioSafe™ de cultivos bioprotetores da Novonesis.

Além dos *Lactococcus*, os *Streptococcus thermophilus* são capazes de formar biofilmes na parte de regeneração dos trocadores de calor, também podendo ser responsáveis pela produção de CO₂ no queijo. Sua presença pode estar associada à concentração elevada de ureia no leite, principalmente se o cultivo for urease (+), cepas capazes de metabolizar a ureia e que possuem cinética de acidificação mais lenta que cepas urease (-). O nível de ureia pode estar sujeito a variações, dependendo do equilíbrio da dieta (ração). A principal estratégia para combater este problema é a realização de limpeza CIP eficiente. Lactobacilos tolerantes ao sal também podem ser associados à produção de CO₂ e sabores estranhos. Podem estar relacionados com salmouras “velhas”, baixa concentração de sal e temperaturas elevadas.

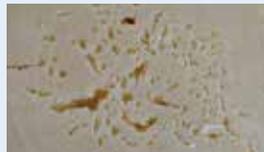
Exemplos de queijos contaminados por fermentadores de citrato



Queijo Prato com contagem de fermentadores de citratos de 1,9 x 10⁶



Minas Frescal com contagens de fermentadores de citrato de 4,3 x 10⁶



Muçarela com contagens de fermentadores de citrato de acima de 10⁶

HA-LA BIOTEC

Produção trimestral da Novonesis

Coordenação e edição: Raquel Chiliz
Consultoria e redação técnica: Tiago Silva, Michael M. Saito e Lúcio A. F. Antunes
Editoração: Cia da Conceção

DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS

Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul: LC Bolonha Ingredientes Alimentícios Ltda. Tel. (41) 3139-4455 (bolonha@lcbolonha.com.br). **Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro:** Produtos Macalé. Tel. (32) 3224-3035 (macale@macale.com). **Goias, Tocantins, Distrito Federal, Mato Grosso, Rondônia e Pará:** Clamalu

Comércio e Representações Ltda. Tel. (62) 3605-6565 (romulo@clamalu.com.br e jclareth@clamalu.com.br). **Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe:** Latec NE Ingredientes. Tel. (82) 98787-6564 (atendimentone@latecingredientes.com.br) **São Paulo, Amazonas, Roraima, Acre:** Latec Ingredientes. Tel. (15) 3202-1017 e (15) 98180-0002 (atendimento@latecingredientes.com.br).