

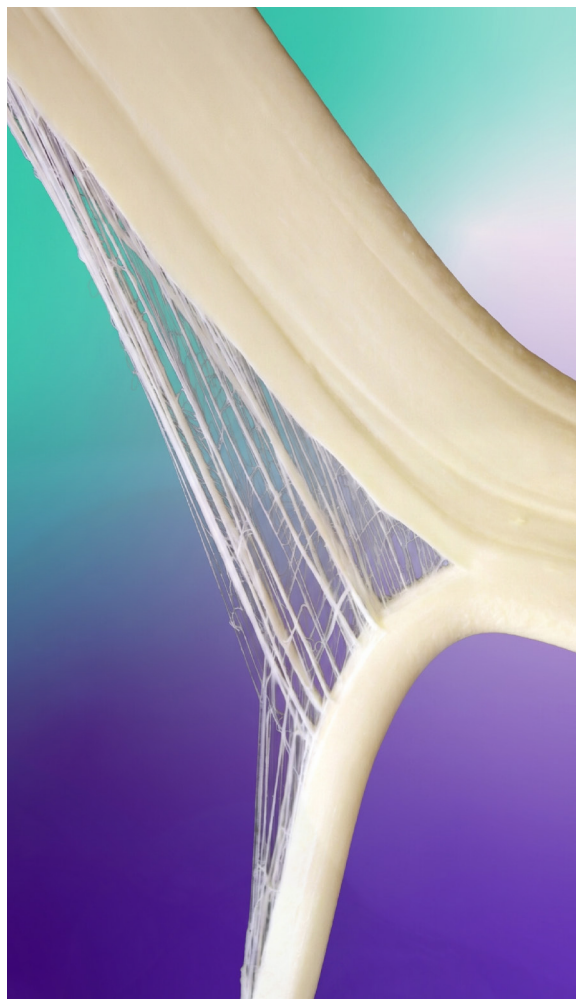
Yo-Athena



Dê um toque de
autenticidade
ao seu **iogurte grego**
com a linha
de **culturas iniciadoras**
da Sacco System

Impacto da qualidade microbiológica e citológica do leite cru no rendimento industrial da Mussarela: uma análise técnica comparativa

A eficiência econômica na indústria de laticínios, especificamente na produção de queijos de massa filada como a Mussarela, está intrinsecamente ligada à integridade físico-química da matéria-prima. Embora o uso de coadjuvantes de tecnologia, como culturas láticas e enzimas coagulantes de alta performance, seja fundamental no processo como um todo, a qualidade inicial do leite, mensurada através da Contagem de Células Somáticas - CCS e da Contagem Bacteriana Total - CBT, permanecem como o fator determinante para a recuperação de sólidos, ou seja, rendimento. Nossa ideia é elucidar, através de uma simulação comparativa de processos, como a degradação proteolítica prévia ao processamento afeta a estrutura da rede de caseína e, conseqüentemente, o volume final de produto obtido.



Fundamentação bioquímica das perdas

Para compreender as variações de rendimento, deve-se analisar a bioquímica da matriz do leite sob condições adversas. O leite com elevada CBT, frequentemente associado à baixa higiene na ordenha ou à refrigeração deficiente, apresenta uma predominância de bactérias psicrótroficas, como as do gênero *Pseudomonas*. Embora a pasteurização elimine as suas formas vegetativas, estes microrganismos produzem proteases e lipases extracelulares termooestáveis. Ao permanecerem ativas no leite pasteurizado, elas degradam a caseína e o resultado é a formação de gel cuja rede é frágil e porosa. Paralelamente, o leite com elevada CCS, indicativo de mastite no rebanho, sofre alterações enzimáticas endógenas. A resposta inflamatória do animal eleva a permeabilidade da barreira sangue/leite, permitindo a passagem da enzima plasmina para o leite. A plasmina atua hidrolisando

preferencialmente a β -caseína, fragmentando-a em γ -caseínas e proteose-peptonas. O ponto crítico para o rendimento reside no fato de que as proteose-peptonas são solúveis em água. Portanto, a proteína que deveria ser retida na coalhada para formar queijo é dissolvida no soro, constituindo uma perda direta de matéria seca.

Simulação de processo - cenários comparativos

Ao analisarmos uma produção hipotética de Mussarela com um volume de 10.000 litros de leite, podemos estabelecer dois cenários distintos para evidenciar o impacto financeiro e técnico.

No cenário "A" - padrão, utiliza-se um leite com CCS inferior a 200.000 células/ml e CBT inferior a 50.000 UFC/ml. Durante a coagulação enzimática, a integridade das frações de caseína permite a formação de um retículo proteico firme e coeso num tempo hábil. No momento do corte e durante a

mexedura, a retenção de gordura na matriz proteica é máxima, e o soro obtido apresenta-se límpido, com baixo teor de "finos" e gordura. Neste cenário, considerando-se um teor de sólidos totais padrão, o rendimento esperado é, por exemplo, próximo de 9,8 a 10,0 kg de leite por kg de queijo, resultando em aproximadamente 1.000 a 1.020 kg de Mussarela.

Em contraste, usando o mesmo volume, no cenário "B", o leite apresenta CCS superior a 750.000 células/ml e CBT com elevada presença de psicrotróficos. A ação prévia das proteases bacterianas e da plasmina já iniciou a degradação da K-caseína e da β -caseína. Durante a fabricação, o operador nota uma coagulação mais lenta e um gel com baixa tensão de corte. Ao realizar o corte, a fragilidade do gel ocasiona a quebra excessiva dos grãos, liberando grande quantidade de gordura e partículas de caseína ou finos no soro, que se torna turvo. Além da perda física no tanque, a etapa de filagem da Mussarela é prejudicada. A matriz proteica hidrolisada possui menor capacidade de retenção de água e menor elasticidade. O resultado é um rendimento significativamente inferior. Estudos indicam que a atividade proteolítica pode reduzir o rendimento em até 4 a 6%. No nosso exemplo, com 10.000 litros, o consumo de leite poderia subir para 10,5 ou 10,6 litros/kg, resultando em uma produção de apenas 943 kg de queijo.

Conclusão e considerações econômicas

A diferença de 60 kg a 80 kg de queijo por tanque de 10.000 litros entre os cenários "A" e "B" não representa apenas uma variação estatística, mas uma perda direta de margem de lucro. A turbidez do soro é, literalmente, parte do lucro sendo descartada. Conclui-se que o investimento em biotecnologia, como o uso de culturas protetoras que inibem psicrotróficos e coagulantes específicos que favorecem a firmeza do gel, é essencial. No entanto, tais tecnologias atuam como mitigadores e não reverterem totalmente o dano estrutural causado pela má qualidade do leite cru. A gestão eficiente do rendimento na produção de Mussarela começa, invariavelmente, no controle rigoroso da CCS e da CBT no campo. Este deve ser o padrão prioritário na busca por melhores rendimentos, visto que a proteólise da caseína é um processo irreversível que transfere sólidos essenciais do leite para o soro, inviabilizando a maximização do resultado industrial.

Impacto da contagem bacteriana total - CBT e psicrotróficos no rendimento

O principal vilão aqui não é a bactéria em si, mas as enzimas que elas produzem, especialmente os psicrotróficos, como *Pseudomonas* spp. que crescem sob refrigeração a 4°C.

- O Mecanismo: essas bactérias produzem proteases e lipases extracelulares que muitas vezes resistem à pasteurização.
- O Dano: elas atacam diretamente a estrutura da caseína, inclusive degradando a K-caseína.
- Consequência no rendimento: "coagulação deficiente" ou até mesmo inexistente. O gel formado é frágil, causando perdas significativas de gordura, proteína e sólidos totais no soro, reduzindo diretamente o rendimento.

Impacto da contagem de células somáticas - CCS na estrutura proteica

A relação entre CCS alta - mastite e queda de rendimento é explicada pela atividade enzimática endógena do leite, especificamente pela Plasmina.

- Ativação da plasmina: o leite com alta CCS possui níveis elevados de plasmina, protease do próprio sangue do animal que passa para o leite devido à infecção.
- Hidrólise da caseína: a plasmina ataca preferencialmente a β -caseína. Ao quebrar a β -caseína, ela produz γ -caseína e proteose-peptonas.
- Perda de rendimento: o ponto crítico é que as proteose-peptonas são solúveis, não são retidas na coalhada e se perdem no soro. Ou seja, perde-se proteína que deveria se transformar em queijo.
- Sinérese defeituosa: além da perda direta de matéria-prima, a hidrólise causa um coágulo com propriedades ruins de sinérese, resultando muitas vezes em um queijo mais úmido que o desejado ou perda excessiva de finos.



LINHA LABORATÓRIO

- Amostrador microbiológico de ar
- Desodorante de autoclave
- Eletrodo de pH
- Estufas com registro histórico de temperatura
- Peagâmetro portátil
- Pipetador autoclavável - 100 a 1000 µl
- Ponta de pipeta - 100 a 1000 µl
- Saco para esterilização em autoclave
- Swab de ATP Teste peroxidase

SACCO
system

BOLETIM DE
TECNOLOGIA
DE LATICÍNIOS

SACCO
system
BRASIL

COLABORAÇÃO

João Pedro de M. Lourenço Neto
Eduardo Reis Peres Dutra
Pablo F. Lourenço
Leonardo Seccadio dos Santos
Lucas Reis
Luã Nunes da Silva

PRODUÇÃO

Sacco Brasil Ltda
Rua Emílio Nucci, 103, Jardim Conceição
Sousas - 13.105-080 | Campinas/SP

✉ saccobrasil@saccobrasil.com.br

🌐 saccobrasil.com.br

📷 @saccobrasil

Publicação trimestral
Tiragem: 3.500
Publicação de distribuição gratuita
Impressão: Master Graf

© PURI
estudiopuri.com