



*Feliz Natal  
e Bom Ano Novo!*



# Coalhos e coagulantes do leite:

## considerações gerais sobre as enzimas usadas - Parte I

A denominação “coalho” será adotada para as preparações obtidas do quarto estômago de ruminantes abatidos antes da desmama. Todas as demais serão denominadas coagulantes. As enzimas utilizadas na fabricação de queijos são obtidas por extração ou fermentação através de microrganismos. As principais origens e princípios ativos são:

<u>Animal</u>	<u>Princípio ativo</u>
Bovino Caprino Ovino Suíno	Mesclas de enzimas e iso enzimas como a quimosina (A,B,C), a pepsina (forma 1-4), quimosina, pepsina, enzimas gástricas e lipases Pepsina
<u>Vegetal</u>	<u>Princípio ativo</u>
<i>C. cardunculus</i> <i>F. carica</i> <i>C. papaya</i>	Mescla de enzimas proteolíticas Mescla de enzimas proteolíticas Mescla de enzimas proteolíticas
<u>Fungica</u>	<u>Princípio ativo</u>
<i>R. miehei</i> <i>R. pusillus</i> <i>C. parasitica</i>	Protease ácida Protease ácida Protease ácida
<u>Microbiana</u>	<u>Princípio ativo</u>
<i>E. coli</i> <i>A. nidulans</i> <i>K. lactis</i>	Quimosina A Quimosina B Quimosina B



Além da gelificação do leite, as preparações enzimáticas, permitem a sua dessoragem após o corte e o condicionamento da qualidade final do produto uma vez que interferem decisivamente sobre a maturação. Cientificamente, sabe-se por exemplo, que as enzimas extraídas de um determinado estômago atuam melhor no leite da espécie correspondente. Fica evidente, portanto, que a opção por um mesmo tipo de coalho ou coagulante para todo e qualquer tipo de queijo, é uma ameaça à tipicidade de cada queijo. Sem dúvidas, a escolha criteriosa da preparação a ser usada, não pode considerar apenas o fator rendimento. Talvez o exemplo que melhor sustente esta discussão seja o uso do coagulante vegetal à base de cardo na fabricação do queijo Serra da Estrela em Portugal. A capacidade proteolítica da *cynara cardunculus* é o elemento que define praticamente toda a característica deste queijo e parece não haver argumento capaz de promover a mudança de coagulante.

### \* Enzimas de origem animal:

O avanço da ciência permitiu a identificação de três variantes genéticas da quimosina, com diferentes pH isoeletricos e presentes no coalho animal nos seguintes percentuais:

- ◆ Quimosina A - pH isoeletrico de 4,53 - 40 a 50 %
- ◆ Quimosina B - pH isoeletrico de 4,64 - 30 a 40 %
- ◆ Quimosina C - pH isoeletrico de 4,74 - 10 %

A atividade coagulante da quimosina é máxima a pH 5,40 e à temperatura é vizinha de 40° C. A atividade proteolítica máxima é a pH 3,50. A sua desnaturação ocorre a 52° C a pH 6,65; a 55° C a pH 6,55 e a 59° C a pH 6,45. Além das quimosinas os coalhos e coagulantes de origem animal

são compostos também pela pepsina bovina, cujo poliformismo permite identificar 6 formas com pH isoeletrico variando de 3,65 a 3,32. No que concerne à temperatura, a atividade coagulante máxima da pepsina ocorre a 40° C. Com relação ao pH, sua atividade proteolítica máxima é a pH 2,80. Entretanto, é importante notar que a pepsina apresenta atividade proteolítica entre 3 e 10 vezes maior que a quimosina. O percentual de pepsina presente nas preparações pode variar de 4 - 5 a 90 - 95%. Durante muito tempo se questionou a presença de pepsina bovina em coagulantes de origem animal. Entretanto, hoje, sabe-se que a sua participação é fundamental na formação de sabor e aroma de muitos queijos, sobretudo naqueles de média e longa maturação.

### \* Enzimas de origem microbianas:

Esta classe é composta pelas proteases obtidas de cultura de microrganismos, fungos ou bactérias, que apresentam ação coagulante similar às das enzimas de origem animal. As preparações comerciais se distinguem principalmente pela cepa de origem e pela termoresistencia. Em geral, estas proteases possuem atividade proteolítica não específica e superior a da quimosina, sobretudo quando obtidas a partir de *C. parasitica*. Porém, deve-se destacar o processo evolutivo decorrente de pesquisas que aprimoraram o seu desempenho. As gerações atuais contemplam preparações extra termolábeis denominadas “XL” com propriedades proteolíticas mais próximas das quimosinas comparativamente às versões anteriores “L” e “TL”. Por fim, é importante lembrar que o endurecimento do gel com o uso destes coagulantes é mais lento no inicio e mais rápido ao final do processo de sua formação em comparação com as enzimas de origem animal. Por outro lado, a velocidade de expurgo do soro e de acidificação da massa é maior. Portanto, é conveniente acelerar um pouco o processo de fabricação.

### \* Quimosina obtida por fermentação - FPC:

Este tipo de quimosina foi introduzido no mercado em 1990. A sua introdução foi consequência da escassez de estômagos para produção de coalho e também ao desenvolvimento das técnicas de recombinação de DNA. Produzida por fermentação por um microrganismo geneticamente modificado, é idêntica à quimosina natural. Os organismos usados tem sido mofos, leveduras e *Escherichia coli*. A quimosina produzida por fermentação é idêntica à quimosina natural, mas o princípio ativo se restringe ou à variante “A” ou à “B”, diferentemente do coalho, normalmente composto por diversas enzimas de diferentes variantes. Do ponto de vista analítico, os coagulantes FPC são indubitavelmente os melhores substitutos de origem microbiana. No contexto geral, estas preparações possuem propriedades ativas comparáveis àquelas dos melhores coalhos.



# Fermentação láctica e pH de quebra da coalhada na fabricação de iogurtes e bebidas lácticas.

O *St. thermophilus* e o *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* são as bactérias responsáveis pela fermentação. Elas constituem um clássico exemplo de crescimento em simbiose com estímulos de um ao outro, tanto na produção de EPS como na de ácido láctico e substâncias aromáticas. A temperatura e o tempo de incubação são parâmetros operacionais de fermentação, que definem a estrutura, a acidez e o sabor do produto a ser obtido. A sua definição deve levar em consideração vários aspectos dentre os quais se destacam:

♦ **característica bioquímica** da cepa que compõe a cultura no que diz respeito à capacidade de produção de EPS e de acetaldéido além das atividades proteolítica e acidificante;

♦ **influência da base** sobre o metabolismo das cepas em função da presença de açúcares, frutas e compostos como a lactose e o ácido fórmico e da mudança induzida da Aw;

♦ **vitalidade e equilíbrio** entre as espécies da cultura.

Em geral a fermentação pode ser:

\* Rápida, por um período de 2 a 4 horas, no máximo 8; com percentual de inóculo de 1 a 3% e temperatura entre 40 e 45° C e

\* Lenta, por um período de 8 a 12 horas, podendo chegar a 14, com inóculo de 1 a 1,5% e temperatura entre 30 e 36° C.

Independente do processo, durante a incubação o pH cai e abaixo de 5,8 - 5,6, o cálcio coloidal se dissocia das micelas de caseína. Gradativamente isto leva a desintegração micelar e a partir de valores inferiores a 5,50 a agregação das partículas de caseína se inicia. A contração dos agregados ocorre e este rearranjo leva à formação da matriz de proteínas que constitui o iogurte. Ao mesmo tempo, ocorre a produção de EPS, que também tem forte impacto na estrutura da matriz.

※ **Iogurte firme:**

para incubação em copos, onde o coágulo não será quebrado antes de

ser consumido, é normal envasar entre 42 - 47° C e incubar entre 40 - 44° C até pH de  $4,70 \pm 0,15$  antes do resfriamento, se a fermentação for rápida. Porém, é possível resfriar com pH mais alto em caso de uso culturas muito rápidas para evitar pós acidificação. Se a fermentação for lenta, melhor a 36 - 38° C para incubação à 34 - 37° C até pH de  $4,6 \pm 0,1$ . A pH mais baixo como, por exemplo, 4,40 à 38° C ou 4,50 a 43° C a firmeza do produto será melhor, mas a sinérese será maior e a textura será mais curta, mais arenosa. A pH mais alto, a massa será mais mole e o risco de quebra e dessoragem do coágulo será maior durante o transporte. Usando temperaturas mais baixas e fermentação mais longa obtêm-se produtos mais suaves e cremosos com melhor retenção de água e menor sinérese, porém menos firmes.

※ **Iogurte batido:**

Quando produzido a partir de leite com  $3,50 \pm 0,3\%$  de proteína e fermentado a 38 - 43° C, o pH ótimo para quebra do coágulo é entre 4,25 - 4,35. Em leite com teor protéico de  $4,6 \pm 0,4\%$ , o pH ótimo é de 4,4 a 4,5. Se o percentual de proteína e a temperatura forem mais elevados, a quebra do coágulo deve ser feita a um pH mais alto para obter a melhor viscosidade. Se a temperatura de in-

cubação é mais baixa, o pH de quebra deve ser mais baixo. O uso de temperaturas mais baixas e tempos de fermentação mais longos diminuem a firmeza do produto mas aumentam a sua suavidade e cremosidade. Igualmente, aumentam a retenção de água e diminuem a sinérese. Talvez, o seu único inconveniente seja a diminuição da capacidade de produção. A quebra do coágulo a pHs mais elevados que 4,50 - 4,55 facilita a obtenção de um produto mais líquido e com maior sinérese. A quebra do coágulo a pH mais alto requer maiores teores de proteínas ou de estabilizantes para evitar estes problemas.





Formas



Enformagem



Formas



Viragem unitária

Multi Formas

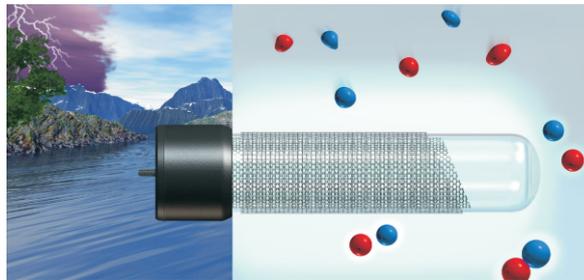
Enformadora  
Manual ou automática

Multi Formas

Viragem múltipla



Ambiente  
naturalmente  
limpo...



Y 438 A

Y 430 A Y 438 A Y 439 A  
Y 438 A Y 439 A  
Alta viscosidade  
Y 430 A Y 439 A  
Fermentação rápida Y 438 A  
Y 439 A Y 430 A

Y 439 A Y 430 A Y 439 A  
Y 430 A Y 439 A  
Baixa pós acidificação  
Y 430 A Y 438 A Y 439 A



**Expediente:**

Produção:  
Sacco Comercio de Alimentos Ltda.  
R. Emílio Nucci, 103 - Jd. Conceição | Souza  
13.105-080 - Campinas - SP

saccobrasil@saccobrasil.com.br  
www.saccobrasil.com.br

Colaboração:  
João Pedro de M. Lourenço Neto  
Hans Henrik Knudsen  
Eduardo Reis Peres Dutra  
Alencar Moreira de Oliveira  
Pablo F. Lourenço  
Leonardo dos Santos

Publicação trimestral  
Tiragem: 3.000  
Publicação de distribuição gratuita

Impressão: Master Graf