

Efeito de diferentes sais de ferro sobre as características sensoriais do “iogurte” de soja

Daniela Cardoso Umbelino, Helena Maria André Bolini Cardello, Elizeu Antonio Rossi

Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP- Araraquara

RESUMO. O “iogurte” de soja foi utilizado como alimento veículo neste estudo por apresentar boas características nutricionais e terapêuticas, aliadas a um baixo custo. O presente trabalho teve por objetivo a obtenção de um produto enriquecido com 12mg de ferro elementar por litro, que apresentasse características tecnológicas e sensoriais adequadas. Foram testadas quatro fontes de ferro: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaFeEDTA, Ferrochel® e $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ microencapsulado. Os produtos foram avaliados quanto ao tempo de fermentação, pH, acidez titulável, viscosidade, consistência, concentração de ferro e propriedades sensoriais (testes de diferença do controle e aceitação). As medidas de viscosidade e consistência foram analisadas por análise de variância e teste de médias de Tukey. Os dados obtidos no teste de diferença do controle foram avaliados por análise de variância e teste de médias de Dunnett e os do teste de aceitação por análise de variância e teste de médias de Tukey. Com relação aos sais de ferro utilizados no processo de enriquecimento, somente o $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, teve a sua utilização comprometida por conferir características sensoriais desagradáveis ao produto. As demais formas testadas (NaFeEDTA, Ferrochel® e $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ microencapsulado) mostraram-se viáveis para o processo de enriquecimento, pois não causaram alterações significativas no tempo de fermentação, acidez titulável e nas propriedades reológicas e sensoriais do “iogurte” de soja.

Palavras-chave: Ferro, enriquecimento, “iogurte” de soja, análise sensorial.

SUMMARY. *Effect of iron salts addition on the sensory characteristics of soy yogurt.* The soy- yogurt was used as food vehicle due to its therapeutic and nutritional properties and lower cost. The aim of this work was to develop an enriched soy-yogurt with 12 mg of elementary iron/l, with suitable sensory and technological properties. Four iron sources were tested: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaFeEDTA, Ferrochel® and microencapsulated $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. The products were evaluated by fermentation time, pH, titratable acidity, viscosity, consistency, iron concentration and sensory properties (difference from the control and acceptance tests). Viscosity and consistency data were submitted to analysis of variance and Tukey's test. Difference from the control data was evaluated by analysis of variance and Dunnett's test and the acceptance test was evaluated by analysis of variance and Tukey's test. For all iron salts used in the enrichment process, only the $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ did not work out because of the undesirable sensorial characteristics of the final products. The others sources used in the enrichment process (NaFeEDTA, Ferrochel® and microencapsulated $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) did not alter the fermentation time, titratable acidity and sensory and reologics properties of the soy-yogurt.

Key words: Iron, calcium, enrichment, soy-yogurt, sensory analysis.

INTRODUÇÃO

A deficiência de ferro afeta cerca de 30% da população mundial, sendo os grupos mais vulneráveis as mulheres em idade reprodutiva e as crianças em geral (1). Diminuição na capacidade de aprendizagem, no desempenho profissional e anormalidades na resposta imune são algumas das consequências da deficiência de ferro (2).

Entre as estratégias utilizadas para prevenir e combater a deficiência de ferro, o enriquecimento de alimentos acessíveis as populações mais carentes, tem se mostrado eficaz, inclusive a um custo compensatório. O enriquecimento com ferro é tecnicamente mais difícil, pois as formas biodisponíveis são quimicamente reativas e frequentemente produzem efeitos indesejáveis quando adicionadas aos alimentos. Desta forma

torna-se indispensável a utilização de fontes de ferro e de tecnologias que minimizem tais efeitos (3).

Por outro lado, o consumo de alimentos fermentados, principalmente daqueles derivados do leite, vem sendo estimulado devido ao seu alto valor nutricional e grande número de propriedades terapêuticas. No entanto, o consumo destes produtos no Brasil é ainda restrito, provavelmente em função do alto custo que apresentam.

Norteados por esta situação, Rossi et al. (4), obtiveram a partir do extrato aquoso de soja, um produto similar ao iogurte, com custo reduzido, de boa aceitabilidade e que mantém preservadas as características nutricionais e terapêuticas apresentadas pelos produtos fermentados convencionais.

Considerando que o “iogurte” de soja, devido ao seu baixo

custo, mostra-se acessível às populações mais carentes, julgou-se oportuno obter um produto enriquecido com ferro que apresentasse características tecnológicas e sensoriais adequadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Amostras de “iogurte” de soja enriquecidas com 12mg de ferro elementar na forma de: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Synth), NaFeEDTA (BASF, Germany), Ferrochel® (Albion Laboratories, INC), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ microencapsulado (Obtido em laboratório pela técnica de microencapsulação em membrana fosfolipídica) *.

Obtenção das amostras

Foram processadas quatro amostras de “iogurte” de soja de acordo com Rossi et al. (4), enriquecidas com 12mg de ferro elementar por litro, e uma amostra padrão (sem adição de ferro).

Para a obtenção do produto fermentado adicionou-se ao extrato aquoso de soja, lactose (2%), óleo de soja (2,6%), fonte de ferro (12mg/l), sacarose (10,0%) e leite em pó desnatado (3,5%). A mistura obtida, foi homogeneizada em agitador mecânico durante cinco minutos e submetida a aquecimento gradual com agitação constante. Em temperatura próxima a 80°C adicionou-se a gelatina (0,3%), utilizada como estabilizante e, a seguir elevou-se a temperatura a 95°C por cinco minutos. As misturas foram inoculadas com 2% de cultura mista comercial, constituída de partes iguais de *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (Christian Hansen Ind. e Com. Ltda), seguida de incubação a 42°C até pH final entre 4,4-4,5.

O produto básico ** obtido por este processo, apresenta a seguinte composição nutricional: 3,40% de proteínas, 2,75% de lipídeos, 12,05% de carboidratos e 0,48% de minerais.

Métodos

Análises físico-químicas

Determinação do tempo de fermentação

Foi determinado o tempo total de incubação das amostras a 37°C, necessário para redução do pH a valores de 4,4 - 4,5 (5).

Determinação do pH

Realizada em triplicata, em pHmetro digital Micronal, modelo 320, com eletrodo de vidro combinado (6).

Determinação da acidez titulável

A acidez titulável foi determinada em triplicata, no final dos processos fermentativos, utilizando-se solução de NaOH 1/9 N e os

resultados foram expressos em graus Dornic (°D) (6).

Determinação de ferro

Realizada em triplicata, por espectrofotometria de absorção atômica em espectrofotômetro Perkin Elmer modelo 3110, atomização em chama, no comprimento de onda de 248,3nm, lâmpada de cátodo oco de ferro e tempo de integração de 3 segundos.

Determinação de viscosidade

Medida feita em triplicata, pela leitura direta em viscosímetro rotacional da marca WAAKE mod. VT 02, utilizando-se alíquotas de 120,0 ml, a 10°C (7).

Determinação de consistência

Medida feita em triplicata, através da distância percorrida em centímetros por amostras de 80 ml mantidas a 10°C, em um intervalo de tempo de 10 segundos, em consistômetro de Bostwick (7).

Análise sensorial

Teste de diferença do controle

Foram utilizados trinta provadores não treinados que avaliaram a diferença global entre cada amostra (processada com diferentes sais de ferro) e a amostra controle (sem adição de ferro) de acordo com o teste de “Diferença do Controle” (8).

Teste de aceitação

Os mesmos trinta provadores não treinados, que participaram do “Teste de Diferença do Controle”, realizaram as análises sensoriais de aceitação das amostras em relação a aroma, cor, sabor e impressão global. Utilizou-se escala hedônica não estruturada de nove centímetros, ancoradas à esquerda pelo termo “desgostei muitíssimo” e à direita pelo termo “gostei muitíssimo”. As amostras foram apresentadas em blocos completos casualizados, de forma monádica (9).

Análise estatística dos resultados

As medidas de viscosidade e consistência foram analisadas por análise de variância e teste de médias de Tukey. Os dados obtidos no teste de diferença do controle foram avaliados por análise de variância e testes de médias de Dunnett e os do teste de aceitação por análise de variância e testes de médias de Tukey.

* Estudo ainda não publicado.

** Antes da adição da fonte de ferro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas

O tempo de fermentação, o pH final, a acidez titulável, a viscosidade, a consistência e os níveis de ferro das amostras estudadas são apresentados na Tabela 1.

Todas as amostras apresentaram tempo de fermentação inferior ao observado para outros produtos fermentados obtidos a partir do extrato aquoso de soja, cujos tempos tem variado de 12 a 24 horas para redução do pH a 4,5-4,6 (10-12). Os valores de acidez titulável foram semelhantes aos encontrados para os iogurtes tradicionais e outros produtos fermentados do tipo iogurte.

De maneira geral, a adição de ferro provocou uma diminuição significativa ($p \leq 0,05$) na viscosidade dos produtos em relação ao controle, sendo que a amostra enriquecida com

NaFeEDTA apresentou o valor mais baixo de todos. A consistência das amostras não variou significativamente em decorrência da adição dos diferentes sais de ferro. Os produtos obtidos assemelharam-se ao iogurte inteiro.

Os níveis de ferro determinados nos produtos enriquecidos foram compatíveis com as quantidades adicionadas, variando de 13,20 a 17,70mg/l.

Todos os produtos avaliados, que sofreram adição de ferro, podem ser considerados enriquecidos com este mineral segundo a legislação brasileira, pois cada 100ml dos "iogurtes" passaram a conter mais de 1,5 mg de ferro, valor que representa 15% da RDA de referência para crianças de 1 a 10 anos de idade (13). Estes produtos são, portanto, capazes de contribuir para a diminuição da deficiência de ferro em crianças.

TABELA 1

Caracterização tecnológica, química e reológica de amostras de "iogurte" de soja, enriquecidas com diferentes fontes de ferro

Amostras	Tempo fermentação	pH final	Acidez (°D)	Viscosidade (cP)	Consistência (cm/10s)	Níveis de Ferro (mg/l)
Controle	4h30	4,47 ±0,01	85,67 ±0,24	2333,33 ^a ±23,57	5,67 ^a ±0,01	4,78 ±0,01
FeSO ₄ ·7H ₂ O	4h30	4,45 ±0,01	83,67 ±0,47	2066,67 ^b ±47,14	6,00 ^a ±0,16	16,60 ±0,08
NaFeEDTA	5h	4,48 ±0,02	83,33 ±0,47	1733,33 ^c ±47,14	6,17 ^a ±0,24	17,70 ±0,08
Ferrochel®	5h	4,50 ±0,02	82,33 ±0,47	2000,00 ^b ±0,00	5,83 ^a ±0,24	15,20 ±0,10
FeSO ₄ ·7H ₂ O Microencaps	4h30	4,48 ±0,01	83,00 ±0,00	2066,67 ^b ±94,28	6,00 ^a ±0,08	15,44 ±0,02

*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$).

Análises sensoriais

Teste de diferença do controle

Pela análise de variância e teste de médias de Dunnett, observou-se que todas as amostras de "iogurtes" de soja diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) da amostra controle em termos globais. Observou-se ainda que as amostras enriquecidas com FeSO₄·7H₂O e NaFeEDTA apresentaram, respectivamente, o maior e o menor grau de diferença em relação ao controle (Tabela 2).

Teste de aceitação

O teste de aceitação em relação aos atributos de cor, aroma, sabor e impressão global foi realizado para verificar possíveis alterações sensoriais decorrentes da adição das diferentes fontes de ferro no "iogurte" de soja.

TABELA 2

Avaliação sensorial (teste de diferença do controle) das amostras de "iogurte" de soja enriquecidas com diferentes sais de ferro

Amostras	Médias ± DP
Controle	1,500 ± 1,943
FeSO ₄ ·7H ₂ O	5,333 ± 2,023*
NaFeEDTA	2,867 ± 2,270*
Ferrochel®	3,633 ± 2,428*
FeSO ₄ ·7H ₂ O microencapsulado	4,767 ± 2,270*
DMS†	1,301

* Médias que diferem do controle ($p \leq 0,05$) no teste de médias de Dunnett.

† Diferença mínima significativa obtida pelo teste de médias de Dunnett.

O teste de médias de Tukey (Tabela 3) revelou que apenas a amostra enriquecida com $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ apresentou valores significativamente ($\leq 0,0335$) menores em relação ao controle para os atributos sabor e impressão global, sem, contudo, diferir das demais amostras em relação a todos os atributos avaliados. Estes resultados são concordantes com os observados no teste de diferença do controle, onde ficou

evidenciado que a amostra adicionada de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ foi a que apresentou o maior grau de diferença em relação ao controle. A menor aceitação do “iogurte” enriquecido com $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ deve-se, provavelmente, à habilidade dos sais solúveis de ferro catalisarem reações de oxidação, que geram odores e, principalmente, sabores indesejáveis (14,3,15,16).

TABELA 3
Avaliação sensorial (teste de aceitação) das amostras de “iogurte” de soja enriquecidas com diferentes sais de ferro

Amostras	Aroma	Cor	Sabor	I. Global
Controle	6,407 ^a ± 1,737	6,670 ^a ± 1,348	6,267 ^a ± 1,925	6,260 ^a ± 1,676
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	6,080 ^a ± 2,029	6,737 ^a ± 1,492	4,550 ^b ± 2,167	4,940 ^b ± 2,068
NaFeEDTA	6,037 ^a ± 1,943	6,557 ^a ± 1,378	5,313 ^{ab} ± 1,993	5,293 ^{ab} ± 1,973
Ferrochel®	6,160 ^a ± 1,743	6,450 ^a ± 1,500	5,330 ^{ab} ± 2,229	5,673 ^{ab} ± 1,862
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ microenc.	6,113 ^a ± 1,785	6,770 ^a ± 1,318	5,307 ^{ab} ± 1,897	5,713 ^{ab} ± 1,661
DMS †	1,333	0,960	1,450	1,304

*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$).

†DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

Observou-se ainda, que as amostras enriquecidas com NaFeEDTA, Ferrochel® (ferro aminoácido quelato) e $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ microencapsulado, apesar de diferirem do controle em termos globais, apresentaram alta aceitação em relação a todos os atributos (médias superiores a 5,0), demonstrando que a adição destas fontes de ferro não conferem propriedades sensoriais desagradáveis ao “iogurte” de soja.

Os resultados encontrados foram semelhantes aos observados por outros autores que investigaram possíveis alterações sensoriais decorrentes do enriquecimento de alimentos com ferro. Vasconcellos (17), verificou que a amostra de água potável adicionada de 12mg/l de ferro na forma de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ teve menor aceitação que a amostra adicionada de NaFeEDTA. Também Soglia (16), constatou que o leite do tipo C enriquecido com ferro aminoácido quelato (Ferrochel®) manteve suas características físico-químicas e sensoriais, o mesmo não ocorrendo com o leite adicionado de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que a utilização de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ no processo de enriquecimento do “iogurte” de soja é desaconselhável, já que este sal altera adversamente as propriedades sensoriais do produto. As demais formas estudadas (NaFeEDTA, Ferrochel® e $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ microencapsulado) não causaram grandes

alterações no tempo de fermentação, acidez titulável e propriedades reológicas, e não conferiram características sensoriais desagradáveis ao produto, podendo, portanto, ser utilizadas no processo de enriquecimento do “iogurte” de soja.

REFERÊNCIAS

1. Lönnerdal B, Dewey KG. Epidemiologia da deficiência de ferro no lactente e na criança. An. Nestlé, 1996;52:11-7.
2. Walter T. Consequências não hematológicas da deficiência de ferro. An. Nestlé, 1996;52:25-35.
3. Cook JD, Monsen ER. Iron fortification: an update. Am. J. Clin. Nutr., 1983; 38: 648-59.
4. Rossi EA, Reddy KV, Silva RSSF. Formulation of soy-whey-yogurt, using response surface methodology. Arq Biol Tecnol, 1984;7:387-90.
5. Tamine AY, Robinson RK. Yoghurt: science and technology. Oxford: Pergamon, 1985.
6. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2ed. São Paulo, 1976.
7. Rossi EA, Faria JB, Borsato D, Baldochi FL. Otimização de um sistema estabilizante para o “iogurte” de soja. Alim. Nutr., 1990;2:83-92.
8. Meilgard M, Civillr GV, CarrTB. Sensory avaliation techniques. Boca Ranton, Flórida: CRC Press, 1988.
9. Sidel JL, Stone H. Sensory evaluation pratices. 2 ed. London: Academic Press, 1993.
10. Mital BK, Steinkraus KH, Maylor HB. Growth of latic acid bacteria in soy milks. J Food Sci. 1974;39:1018-22.

11. Pinthong R, Macrae R, Rothwell J. The development of a soya-based yoghurt. Sensory avaluation and analysis of volatiles. *J Food Technol.*, 1980;15:653-9.
12. Wang SH, Ascheri JLR. Iogurte de soja: fermentação láctica e avaliação sensorial. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, 1991;11:221-38.
13. Alimentos enriquecidos. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 31, 13 jan. 1998, Diário Oficial, Brasília, 1998.
14. Bocio JR, Zubillaga MB, Caro RA, Gotelli CA, Goteli MJ, Weill R. Bioavailability and stability of microencapsulated ferrous sulfate in fluid milk: studies in mice. *J Nutr Sci. Vitaminol.*, 1996;42:233-9.
15. Douglas FWJR, Rainey NH, Wong NP, Edmondson LF, Lacroix DE. Color, flavor and iron bioavailability in iron fortified chocolate milk. *J. Dairy Sci.*, 1981;64:1785-93.
16. Soglia SLO. Enriquecimento de leite tipo C com ferro aminoácido quelato: biodisponibilidade e características físico-químicas e sensoriais [Dissertação]. Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, 1996.
17. Vasconcelos VP. Utilização da água potável como veículo de nutrientes. Estudos com ferro: aspectos físicos, químicos e organolépticos [Dissertação]. Araraquara: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, 1994.

Recibido:10-02-2000

Aceptado: 21-05-2001