

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE FARINHA MISTA DE ARROZ E SOJA PRÉ-COZIDA POR EXTRUSÃO ^{1/}

Maria Júlia da Silva Cruz ^{2/}
Dilson Teixeira Coelho ^{3/}
Godfrey Kalagi Kibuuka ^{3/}
José Benício Paes Chaves ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da indústria de alimentos é desenvolver produtos de fácil preparo. No caso de produtos amiláceos, como farinhas de cereais, o tempo da preparação doméstica de produtos derivados é consequência da demora na gelatinização completa do seu amido. A indústria alimentícia tem empregado tratamentos, como cocção direta, injeção direta de vapor ou aquecimento por resistência elétrica, e, modernamente, o processo de extrusão, para promover a pré-gelatinização do produto (6, 9, 10).

Segundo SMITH (10), o processo de extrusão foi adaptado para a indústria de alimentos como meio econômico de pré-gelatinização das farinhas de cereais. Esse processo envolve o empastamento da farinha com cerca de 30% de água e sua plastificação por pressão, calor e fricção, o que resulta na gelatinização do amido. Esse tipo de farinha tem como características o preparo instantâneo e a fácil reconstituição com água ou leite, além da fácil assimilação.

Apesar da alta disponibilidade da farinha de soja e da complementaridade entre os aminoácidos de sua proteína e os constituintes da proteína de cereais, ainda não houve, no mercado brasileiro, muito esforço para produzir uma série de produtos básicos com a utilização de misturas de arroz e soja.

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 28-8-1984.

^{2/} Escola de Agronomia. 19700 Paraguaçu Paulista, SP.

^{3/} Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. 36570 Viçosa, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se farinha de arroz pura adicionada de níveis crescentes de farinha de soja desengordurada (0, 10, 20, 30 e 40%), processadas em conjunto no extrusor. Logo após sua homogeneização, as farinhas foram hidratadas, a 35% de seu peso, com água, na empastadeira do extrusor Ital Mecânica, Modelo MG 100. A temperatura de extrusão foi programada para 80, 120 e 180°C, no segundo, terceiro e quarto estádios, respectivamente, com pressão de 160 libras/poj². A matriz usada continha furos de 3 mm de diâmetro e a velocidade da rosca foi fixada em 600 rpm. O produto foi seco em um túnel, modelo MG 100, à temperatura de 60°C, com circulação de ar. Após repouso de 24 horas, o produto extrusado foi submetido à moagem em moinho de fricção BRABENDER. O mesmo ocorreu com as farinhas de arroz e de soja cruas.

2.1. Análises Físico-Químicas

A avaliação das propriedades físico-químicas foi baseada nas propriedades viscoamilográficas, na absorção de água, com índice indireto de solubilidade, e no tempo de cocção:

a) Propriedades Viscoamilográficas: para determinar a viscosidade, foi usado o viscoamilógrafo BRABENDER, segundo a técnica desenvolvida por MAZURS *et alii* (8). Como padrão, para todas as amostras, utilizaram-se 54 g de farinha, com 14% de umidade. As amostras foram misturadas, homogeneizadas com 450 ml de água destilada e levadas ao viscoamilógrafo, para obtenção das curvas correspondentes. Com relação ao ciclo de aquecimento, a temperatura inicial, de 25°C, foi aumentada 1,5°C/minuto até atingir 95°C. Essa temperatura foi mantida por 20 minutos. Em seguida, foi feito o ciclo de resfriamento, de 95 a 50°C, com diminuição de 1,5°C/minuto. A velocidade de agitação foi mantida em 75 rpm durante todo o processo de obtenção dos amilogramas. Para avaliar os amilogramas, foram usados os seguintes parâmetros: temperatura inicial de gelatinização, temperatura de gelatinização máxima, viscosidade inicial, viscosidade máxima, viscosidade a 95°C, viscosidade à temperatura constante de 95°C/20 minutos, viscosidade final a 50°C e valor de «set back».

b) Absorção de Água: segundo o método de centrifugação de uma suspensão da farinha em água, de acordo com o procedimento de LEACH *et alii* (7).

c) Tempo de Cocção: baseado no tempo gasto na preparação.

2.2. Qualidade Sensorial

A qualidade da farinha de arroz extrusada e de suas misturas com níveis crescentes de farinha de soja desengordurada, extrusadas, foi avaliada na forma de mingau, preparado segundo a formulação utilizada na região da Zona da Mata de Minas Gerais. A formulação constou de 60 g de farinha, 50 g de açúcar e 3 g de sal, reconstituídos em um litro de leite quente.

A avaliação foi baseada na preferência individual de 20 provadores adultos. Utilizou-se uma escala de nove pontos (9 = excelente e 1 = péssimo) para avaliar a qualidade organoléptica do mingau, principalmente no que dizia respeito à incorporação gradual da farinha de soja desengordurada.

Os resultados da avaliação sensorial das cinco misturas foram submetidos à análise de variância, com transformação em raiz quadrada, segundo o delineamento em blocos casualizados, sendo cada provador um bloco, e ao teste de Duncan, a 5% de probabilidade (3, 5).

Atualmente, há programas de enriquecimento mineral e vitamínico do arroz polido para consumo em países, como Japão, Paquistão, Porto Rico e Colômbia, onde pré-misturas, em forma granular ou em cobertura, são adicionadas na forma de L-lisina-HCl, L-treonina dissulfonatos, tianina e fosfato férrico (1, 4, 11). No Brasil, os programas de enriquecimento estão-se intensificando, principalmente a fabricação de produtos para desjejum e alguns produtos formulados para a alimentação infantil (1, 2).

O tratamento térmico da farinha de arroz pelo processo de extrusão causa gelatinização dos grânulos de amido, facilitando sua hidrólise pelas enzimas amilolíticas e sua utilização pelo organismo humano (10).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. *Propriedades Viscoamilográficas*

A avaliação das propriedades viscoamilográficas da farinha, em água e aquecida, é uma tentativa de prever seu comportamento durante a cocção. Essa suspensão constitui uma solução não-newtoniana, cujas características revelam a textura e a consistência prováveis do produto final. Os resultados da avaliação dessas propriedades, na farinha de arroz e de soja e suas misturas, estão no Quadro 1.

A gelatinização da farinha de arroz crua teve início à temperatura de 62,5°C, verificando-se gelatinização máxima à temperatura de 86,5°C, com viscosidade máxima de 840 U.A. (Unidade Amilográfica). O aquecimento à temperatura constante, por vinte minutos, reduziu a viscosidade para 570 U.A. O resfriamento da pasta para 50°C ocasionou um aumento na viscosidade, acima de 1000 U.A. O tratamento térmico da farinha de arroz por extrusão modificou o comportamento físico-químico da farinha, fazendo com que a temperatura inicial de gelatinização caísse para 25°C, com viscosidade inicial de 450 U.A., verificando-se gelatinização máxima à temperatura de 77,5°C e viscosidade máxima de 520 U.A. Pôde-se observar que a extrusão provocou uma queda na temperatura máxima de gelatinização e na viscosidade máxima, porém promoveu enrijecimento dos grânulos, mostrado pela ligeira queda da viscosidade a 95°C, por 20 minutos. O tratamento por extrusão modificou a tendência da farinha de arroz à retrogradação, como mostra o aumento da viscosidade para 820 U.A., no ciclo de resfriamento.

A farinha de soja crua, cuja gelatinização teve início à temperatura de 25°C, com viscosidade de 110 U.A., atingiu a gelatinização máxima com temperatura de 88°C e viscosidade máxima de 310 U.A. A agitação contínua, à temperatura de 95°C, por vinte minutos, reduziu a viscosidade máxima de 310 U.A. para 190 U.A., ao passo que o resfriamento para 50°C provocou acréscimo na viscosidade, que subiu para 430 U.A. A soja é produto basicamente protéico, o que explica a diferença entre seu comportamento e o da farinha de arroz.

A substituição parcial da farinha de arroz pela farinha de soja não afetou a temperatura inicial de gelatinização da mistura, porém aumentou gradativamente a temperatura de gelatinização máxima. A soja provocou decréscimo na viscosidade inicial, de 450 U.A., no caso da farinha de arroz crua, para 70 U.A., na mistura com 40% de farinha de soja. O mesmo aconteceu com a viscosidade máxima, que diminuiu de 520 U.A. para 130 U.A. A presença da farinha de soja diminuiu gradativamente a viscosidade da pasta aquecida à temperatura de 95°C por 20 minutos, de 350 U.A., para a farinha de arroz pura, a 90 U.A., para a mistura com 40% de farinha de soja. O resfriamento da pasta para 50°C reduziu a tendência de retrogradação com níveis crescentes de soja. Os valores foram de 820 U.A., para a farinha de arroz extrusada, a 200 U.A., para a mistura com 40% de farinha de soja.

QUADRO 1 - Propriedades viscoamilográficas das farinhas de arroz e de soja e suas misturas, extrusadas em conjunto

PROPRIEDADE	FARINHAS			MISTURAS			
	Arroz crua	Arroz extrusada	Soja crua	Soja extrusada	% farinha arroz + % farinha de soja, extrusadas em conjunto		
					90+10	80+20	70+30
Temperatura inicial de gelatinização (°C)	62,5	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Temperatura de gelati- nização máxima	86,5	77,5	88,0	*	32,5	34,0	52,0
Viscosidade inicial (U.A.)	*	450	110	*	380	500	140
Viscosidade máxima (U.A.)	840	520	310	*	400	550	220
Viscosidade a 95°C (U.A.)	660	360	290	20	200	210	130
Viscosidade a 95°C/20 minutos (U.A.)	570	350	190	70	190	170	100
Viscosidade final a 50°C (U.A.)	1000	820	430	190	410	390	310
Valor de "Set-Back" (U.A.)		470	240	120	220	220	210

* Valores ilegíveis nos amilogramas.

QUADRO 2 - Absorção de água da farinha de arroz crua, extrusada, e de suas misturas, extrusadas em conjunto com a farinha de soja

Mistura	% absorção de água	% da diferença
Arroz cru	84,22	356,16 *
Arroz extrusado	348,18	
Misturas (% farinha de arroz + % farinha de soja, extrusadas em conjunto)		
90 + 10	364,42	- 5,14 **
80 + 20	348,24	- 12,64 **
70 + 30	328,93	- 14,38 **
60 + 40	312,91	- 18,56 **

* $\frac{\text{Arroz extrusado} - \text{arroz cru}}{\text{arroz cru}} \times 100$

** $\frac{\text{mistura} - \text{arroz extrusado}}{\text{arroz extrusado}} \times 100$

Essa diferença pode ser atribuída à presença da farinha de soja, que provoca queda na concentração de amido da farinha. Essa diminuição de viscosidade implica a formação de uma pasta, fluida ou mole, provocada pela presença da farinha de soja, uma característica interessante para consumo e reconstituição, fria ou quente, do produto.

3.2. Absorção de Água

Um dos objetivos principais do pré-tratamento térmico de cereais e produtos derivados é melhorar seu comportamento físico-químico, principalmente a hidratação ou absorção de água, o que serve como indicação indireta da solubilidade ou facilidade de reconstituição, fria ou quente (7). No Quadro 2 apresentam-se os dados de absorção de água da farinha de arroz crua, extrusada, e suas misturas com farinha de soja desengordurada, extrusadas em conjunto.

A extrusão aumentou a absorção de água da farinha de arroz, aproximadamente, 3,5 vezes. Esse aumento, normalmente, é devido à ruptura dos grânulos de amido durante a gelatinização e moagem, o que libera as frações de amilose e amilopectina, ficando seus grupos hidroxílicos expostos à ligação com a água. De modo geral, como se vê no Quadro 2, sua substituição pela farinha de soja promove uma queda no teor de água absorvido, queda que pode ser atribuída à menor proporção de amido gelatinizado resultante da substituição.

3.3. Tempo de Cocção

Normalmente, a cocção da farinha de arroz crua leva de 15 a 20 minutos. A farinha de arroz extrusada foi adicionada ao leite quente com agitação. O mesmo ocorreu com as misturas de farinhas de arroz com níveis crescentes de soja, extru-

sadas em conjunto. O produto pré-cozido por extrusão foi, praticamente, de preparo instantâneo, num período de 6 a 10 minutos.

3.4. Qualidade Sensorial

O painel de provadores detectou diferença significativa ($P < 0,05$) entre as misturas. A comparação das médias das notas de avaliação das misturas encontra-se no Quadro 3. Pôde-se observar que não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as misturas com 10 e 20% de farinha de soja desengordurada. O mesmo ocorreu com as misturas de 10 e 30%. Os provadores não detectaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre a farinha de arroz pura extrusada e as duas misturas, com 30% e 40% de farinha de soja, consideradas de menor aceitação.

QUADRO 3 - Comparação dos valores médios da avaliação sensorial da farinha de arroz extrusada e suas misturas, extrusadas em conjunto com a soja

Misturas	Médias dos valores numéricos da avaliação sensorial*
(% farinha de arroz + % farinha de soja, extrusadas em conjunto)	
80 + 20	7,7 a
90 + 10	7,4 ab
70 : 30	7,0 bc
60 : 40	6,9 c
100 : Zero	6,7 c

* Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

4. RESUMO

O tratamento térmico da farinha de arroz e suas misturas com níveis crescentes de farinha de soja desengordurada provocou uma gelatinização do amido. Acréscimos na percentagem de farinha de soja provocaram aumentos na viscosidade máxima durante o aquecimento e resfriamento para 50°C e reduziram a tendência de retrogradação das pastas. Misturas com até 20% de farinha de soja desengordurada propiciaram aceitação do produto final, pelo critério organoléptico, percentagem que coincide, aproximadamente, com o balanço protéico adequado a crianças menores de um ano de idade. As misturas com 30% e 40% de farinha de soja não diferiram ($P < 0,05$) da farinha de arroz pura extrusada, com relação à aceitação pelos provadores. O tempo de cocção da farinha de arroz crua foi de 15 a 20 minutos, ao passo que, para as farinhas extrusadas, a reconstituição levou apenas o tempo de sua diluição em leite quente.

5. SUMMARY

(PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND SENSORY EVALUATION OF
RICE-SOYA FLOUR MIXTURES IN PRE-COOKED,
EXTRUDED PREPARATIONS)

Rice flour, substituted up to 40% with defatted soy flour, was subjected to a hydrothermal extrusion process and the products analysed for both physico-chemical and organoleptic properties.

The thermal treatment provoked starch gelatinization. The peak and final viscosities in the heating and cooling cycles, respectively, assumed a decrescent trend with increased proportion of defatted soy flour in the mixture.

The preparation (reconstitution) time of the final flour mixture into porridge was reduced from the normal time lag of 15-20 minutes to about 6 minutes.

Organoleptic evaluation of derived porridges from the various rice flour mixtures revealed that levels of up to 20% of defatted soy were more acceptable.

6. LITERATURA CITADA

1. BENDER, A.E. *Dietetic foods*. London, Leonard Hill, 1967. p. 13-14, 171-191, 192-219.
2. BROOKE, C.L. Manufacturing problems in fortifying food. In: American Medical Association (ed.). *Nutrients in processed foods, vitamins and minerals*. Massachusetts, 1974. p. 141-142.
3. CHAVES, J.B.P. *Avaliação sensorial de alimentos*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1980. 68 p.
4. DAVIDSON, J.T. & RUSSO, M.E. Iron fortification in breakfast cereal. *Cer. Foods World*, 21(10):534-536, 1976.
5. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 5.^a ed. São Paulo, Livraria Nobel, 1973. 455 p.
6. GONZALES, S.J.A. *Processo hidrotérmico para produção de farinha pré-gelatinizada de milho*. Campinas, FEAA — UNICAMP, 1977. 130 p. (Tese M.S.).
7. LEACH, H.W.; MAC COWEY, L.D. & SCHÖCH, T.J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cer. Chem.*, 36 (12):535-544, 1959.
8. MAZURS, E.G.; SCHÖCH, T.J. & KITE, F.E. Graphical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. *Cer. Chem.*, 34(3):141-157, 1957.
9. ROBERTS, R.L. Quick cooking rice. In: Houston, D.F. (ed.). *Rice chemistry and technology*. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1972. p. 381-399.
10. SMITH, O.B. Why extrusion cooking? *Cer. Foods World*, 21(1):4-8, 1976.
11. STEELE, C.J. Cereal fortification technological problems. *Cer. Foods World*, 21 (10):538-540. 1976.