

PROPRIEDADES DE ABSORÇÃO E SOLUBILIZAÇÃO DE EXTRUDADOS DE FARINHA MISTA DE FEIJÃO, MILHO E ARROZ BIOFORTIFICADOS

Luciana Silva de Mattos Moura⁽¹⁾, José Luis R. Ascheri⁽²⁾, Carolina Claudio de Oliveira Silva⁽³⁾, Thaísa de Menezes Alves Moro⁽¹⁾, José Luiz Viana de Carvalho⁽²⁾ e Marília Regini Nutti⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, mmoura.luciana@gmail.com;

⁽²⁾Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ; ⁽³⁾Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ

Resumo – Cereais e grãos biofortificados caracterizam-se por conterem maiores teores de ferro e zinco, oligoelementos importantes considerados alvos no projeto BioFort. O milho, o arroz e o feijão compõem grande parte da alimentação do brasileiro, por isso, pesquisas têm sido conduzidas para que esses tornem-se mais nutritivos, com teores de ferro e zinco mais elevados, e também tolerantes a seca. Além do consumo habitual *in natura* esses grãos normalmente são processados de diferentes maneiras; uma das alternativas é a produção de farinhas instantâneas, as quais estão disponíveis no mercado de diferentes formas. O objetivo deste trabalho foi estudar os índices de absorção e solubilidade em água de amostras extrudadas contendo misturas de 35% de feijão, 30% de milho e 30% de arroz. Um desenho experimental foi elaborado considerando como variáveis os parâmetros temperatura e umidade e a formulação constante. O processo de extrusão foi realizado utilizando um Extrusor de parafuso simples (3:1), matriz de 3 mm de diâmetro, velocidade constante de 140 RPM (acrescentar essas informações no Material e Métodos). A umidade de processamento variou de 16 a 26%; a temperatura da última zona de aquecimento variou de 126 a 193°C. A determinação do Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção em água (IAA) foi realizada conforme descrito por Anderson et al. (1969). Os resultados do ISA tiveram uma variação de 14,83% a 9,22%, considerado elevado por se tratar de uma farinha mista em que sua solubilidade depende não só do amido, mas também da interação com outros nutrientes como as proteínas e suas modificações estruturais pós gelatinização. Por outro lado o IAA variou entre 7,62 a 6,18 g/g de farinha, valores que indicam alto grau de conversão do material amiláceo presente. Pode-se concluir que os valores conseguidos de ISA e IAA, neste trabalho, mostram um produto de muita boa qualidade, principalmente considerando que amostras de milho, arroz e feijão possuem diferentes estruturas entre si, principalmente, no feijão na qual o amido fica envolvido numa matriz proteica que implica normalmente maiores esforços mecânicos para sua conversão num material mais digerível.

Palavras-chave: processamento, extrusão, arroz, feijão, milho, biofortificação

Abstract – Cereals and grains are characterized by having biofortified higher iron and zinc, oligoelements considered important targets in the BioFort. However, corn, rice and beans are receiving special treatment by compose much of the Brazilian diet. The research proceeds to make them more nutritious, with higher percentages of high iron and zinc, and also drought tolerant. Besides the usual consumption *in natura* these grains are usually processed in different ways, one of the alternatives is the production of instant flour, which is available on the market in different ways. The objective was to study the indices of absorption and water solubility of extruded samples containing mixtures of 35% of beans, 30% corn and 30% rice. An experimental design was prepared regarded as variables and parameters temperatures constant moisture and formulation. The extrusion process was performed using a Brabender, DS20, single screw (3:1), die of 3 mm in diameter, constant speed of 140 rpm. The processing moisture ranged from 16 to 26%, the temperature of the last heating zone ranged from 126 to 193°C. The determination of water solubility index (WSI) and water absorption index (WAI) was performed as described by Anderson et al. (1969). The results of the WSI had a change of 14.83% to

9.22%, which may be considered high when dealing with blended flour that its solubility depends not only starch but also the interaction with other nutrients such as proteins and their structural changes after gelatinization. Moreover WAI ranged from 7.62 to 6.18 g/g flour, values that indicate a high degree of conversion starchy material present. It can be concluded that the values obtained from WSI and WAI in this work show a great quality product, especially considering that the samples maize, rice and beans have different structures from each other primarily in beans in which the starch is involved in matrix protein that normally involves increased mechanical demand for its conversion into a material more digestible.

Keywords: processing, extrusion-cooking, beans, rice, corn, biofortification

Introdução

Atualmente a extrusão termoplástica tem sido explorada como processo alternativo às modificações químicas tradicionais. É uma tecnologia vantajosa de alta versatilidade e eficiência, de baixo custo, alta produtividade e curto tempo de reação. Há uma grande importância tecnológica que o processo de extrusão termoplástica representa frente aos alimentos de preparo rápido ditos de conveniência, como, as farinhas pré-cozidas, instantâneas, pré-gelatinizadas e gelatinizadas, entre outras. Por outro lado, o índice de solubilidade em água (ISA) está relacionado à quantidade de sólidos solúveis presentes em uma amostra seca e permite verificar o grau de intensidade do tratamento térmico, em função da gelatinização, dextrinização e conseqüente solubilização do amido entre outros componentes da matéria prima, tais como proteína, lipídios e fibras. Este índice é bastante utilizado para medir o grau de solubilização do amido extrusado em bebidas, sopas, alimentos infantis, entre outros. O ISA é um parâmetro importante na caracterização de farinhas extrudadas para fins de solubilização posterior, como é o caso de sopas por exemplo, pois, por meio deste, pode-se verificar o grau de cozimento do amido e avaliar as condições de solubilização em meio aquoso. Para a elaboração de sopas do tipo pré-cozidas se faz necessário que a solubilização do material esteja de acordo com características sensoriais desejadas como ausência de material grumoso e compacto, sabor de “farinha”, entre outros (ASCHERI, 2009; SILVA, 2007; AUGUSTO-RUIZ *et al* , 2003). O produto elaborado deve garantir homogeneidade com completa interação entre os componentes sólidos e a água. Por outro lado, o índice de absorção de água (IAA) é uma medida que reflete a capacidade do grânulo de amido em absorver água, mesmo em temperatura ambiente. Reflete a capacidade de integralidade da estrutura amilácea após o processo de extrusão. A capacidade de absorção de água do material amiláceo cru é geralmente elevada a partir do momento em que se aplica calor, em meio úmido durante o processamento, por meio do processo de gelatinização (ASCHERI, 2009). Os aspectos apresentados são indicativos da necessidade de uma estratégia para ampliar o mercado a partir de matérias-primas de uso tradicional, como o arroz, o milho e o feijão por meio do desenvolvimento de farinhas que tenham melhores propriedades funcionais para poderem ser aplicadas em produtos e formulações, ou que possam ser moldadas para alimentos de conveniência, ou para fins especiais. O objetivo deste trabalho foi estudar os índices de absorção e solubilidade em água de amostras extrudadas contendo misturas de 35% de feijão, 30% de milho e 30% de arroz.

Material e Métodos

Para elaboração das farinhas pré-gelatinizadas foi utilizado como base, milho comercial na forma de grits. À concentração de 30% de milho, foram acrescidos 35% de farinha Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do tipo carioca da cultivar BRS Pontal e 35% de farinha de Arroz branco (*Oryza sativa*, L) da variedade Chorinho, selecionadas com maiores teores de Fe e Zn.

Inicialmente as matérias-primas foram moídas para que a granulometria das mesmas ficasse semelhante a do grits de milho e assim melhorar a qualidade do produto final. Após a moagem as farinhas foram acondicionadas de acordo com o percentual de umidade determinado para cada tratamento. Esse acondicionamento foi feito adicionando-se água à mistura, homogeneizando-a e deixando-a em repouso sob refrigeração por 17 horas até o momento da extrusão.

Para o processo de extrusão foram realizados cinco tratamentos onde se manteve a rotação do parafuso em 140 RPM e variou-se a temperatura na 3^o zona do canhão extrusor e a umidade das misturas, como apresentado na Tabela 1. As farinhas mistas instantâneas pré-gelatinizadas pelo processo de extrusão termoplástica foram elaboradas na Planta Piloto de Extrusão da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro. Para a elaboração dos extrusados utilizou-se um extrusor de parafuso simples (3:1) da marca Brabender, modelo 20DN, e matriz do canhão de 3 mm de diâmetro, sendo as condições do processo apresentados na tabela abaixo.

Tabela 1. Parâmetros variáveis considerados no desenho experimental para o processo de extrusão de farinhas mistas de arroz, feijão e milho.

Tratamento	Temperatura, °C	Umidade %
T1	160	21
T2	126	21
T3	193	21
T4	160	16
T5	160	26

T1 = Condição padrão (ponto central); T2 = menor temperatura do processo; T3 = maior temperatura de processo; T4 = menor umidade da mistura; T5 = maior umidade da mistura.

As determinações de ISA e IAA foram realizadas segundo a metodologia descrita por ANDERSON et al, (1969), com modificações. Pesou-se cerca de 1 g de amostra em base seca e de granulometria menor que 106 µm, de cada tratamento, em tubos de centrifuga, previamente tarados. Adicionou-se 10mL de água destilada (pipeta volumétrica) aos tubos os quais foram agitados em agitador mecânico tipo Vortex que permite a homogeneização completa das amostras. Em seguida, as amostras foram colocadas em agitador horizontal mecânico, por aproximadamente 30 minutos e centrifugadas durante 15 minutos a 3000 RPM. Os líquidos sobrenadantes foram colocados em placas de petri, previamente taradas e submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação de ar durante 4 horas a 105 °C. As placas foram pesadas e o ISA encontrado pela relação do peso do resíduo evaporado (g) pelo peso da amostra (g). Após a retirada do líquido sobrenadante, pesou-se os tubos de centrifuga e calculou-se o IAA, de acordo com relação do peso do resíduo centrifugado (g) pelo peso da amostra (g) (gel/g matéria seca). Os dados obtidos foram analisados utilizando o Programa de Estatística XLSTAT por meio da análise de variância e Teste de Tukey.

Resultados e Discussão

Os resultados para Índice de Solubilidade e Índice de Absorção em água estão apresentados nas tabelas abaixo:

Tabela 2. Índice de solubilidade (ISA) e Índice de absorção em água (IAA), para farinhas mistas de arroz, milho e feijão obtidas por extrusão.

Tratamentos*	ISA	Tratamentos	IAA
T4	14,83 a	T3	7,62 a
T5	10,88 b	T2	7,00 ab
T1	10,32 bc	T5	6,97 ab
T2	10,21 bc	T1	6,59 ab
T3	9,22 c	T4	6,18 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si em nível de 5%.

*T1= 160°C e 21% Umidade; T2=126°C e 21% Umidade; T3= 193°C e 21% Umidade; T4=160° e 16% Umidade; T5=160°C e 26% Umidade.

Pode-se verificar no ISA que houve variação de valores de 14,83% a 9,22%, o que pode ser considerado elevado por se tratar de uma farinha mista em que sua solubilidade depende não só do amido, mas também da interação com outros nutrientes como as proteínas e suas modificações estruturais pós gelatinização. Já o IAA, que indica a integridade dos grânulos de amido e a capacidade de absorverem água quando gelatinizados, variou entre 7,62 a 6,18 g/g de farinha. Pode-se observar que o maior valor de ISA (14,83) foi encontrado para o tratamento em que se utilizou temperatura de 160°C na saída do produto da extrusora e a mais baixa umidade (16%), seguido do tratamento T5, que foi elaborado também com 160°C e 26% de umidade. Por outro lado, a mistura com baixa umidade (T4), nas condições citadas anteriormente, apresentou o menor valor de IAA. Isso pode ser devido a uma alta taxa de cisalhamento, conseqüente de baixa umidade e alta temperatura, o que pode ter provocado alteração maior nos grânulos de amido, levando à dextrinização do mesmo, o que acarreta aumento de solubilidade e diminuição da absorção de água. De acordo com Fernandes et al., (2003), como se trata de uma mistura que pode conter elevado teor protéico, quanto maior a solubilidade, melhor é sua indicação do potencial de seu uso em sistemas alimentares. O índice de absorção apresentou melhores resultados quando se utilizou 193°C de temperatura na extrusora e 21% de umidade na mistura. Quando se utilizou 26% de umidade (valor extremo), também o índice de absorção foi bem elevado, diferente do anterior. Isto ocorre devido à perda da cristalinidade pela gelatinização, em que os grânulos ficam livres para a expansão, absorvendo muito mais água, pois o processo de extrusão atinge temperaturas elevadas, provocando alteração na estrutura do grão de amido, principalmente no feijão no qual o amido fica envolvido numa matriz protéica que implica normalmente maiores esforços mecânicos para sua conversão num material mais digerível. Esses valores estão de acordo com estudos de elaboração de produtos instantâneos de feijão (ALONSO, et. al. 2000) que encontraram absorção elevada em condições de altas temperaturas e alta umidade.

Conclusão

Os valores obtidos de ISA e IAA para a mistura de milho, arroz e feijão, mostram um produto de muita boa qualidade implicando num excelente meio de preparo de alimentos prontos para o consumo com alto valor agregado devido à biofortificação com ferro e zinco, indicado, principalmente, para alimentação infantil e institucional.

Agradecimentos

A CAPES pela bolsa concedida. Aos programas HarvestPlus e AgroSalud pelos subsídios e matérias-primas para a realização do estudo. Ao Fundo de Pesquisa Embrapa-Monsanto pelo suporte financeiro ao projeto BioFORT.

Referências

- ALONSO, R., AGUIRRE, A., & MARZO, F. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. **Food Chemistry**, Londres, v.68, n. 2, p. 159–165, 2000.
- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, L. Gelatinization of Corn Grits by Roll-and Extrusion-Cooking. **Cereal Science Today**, St. Paul, v.14, n.1, p. 4-12, 1969.
- ASCHERI, J.L.R. **Curso de processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano e animal**. EMBRAPA, Abril, 2009, 89p.
- AUGUSTO-RUIZ, W.; BONATO, S.; ARRIECHE, L.; RISSO, F.. Caracterização da farinha pré-gelatinizada de arroz integral produzida a partir de grãos quebrados. **VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, América do Sul, 13 8 12 2003
- FERNANDES, M.S.; WANG, S.H.; ASCHERI, J.L.R.; OLIVEIRA, M.F.; COSTA, S.A.J. Efeito da temperatura de extrusão na absorção de água, solubilidade e dispersibilidade da farinha pré-cozida de milho e soja (70:30). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p. 234-239, 2003.
- SILVA, E. M. M. **Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão**. 2007. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007.