

EFEITOS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO E DO TEOR DE AMILOSE SOBRE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E ESTRUTURAIS DE AMIDO ISOLADO DE GRÃOS DE ARROZ

Nathan Levien Vanier¹, Jean Ávila Schwartz², Juciano Gabriel da Silva², José De J. Berrios³, Maurício de Oliveira⁴, Moacir Cardoso Elias⁵

Palavras-chave: amilose, amilopectina, cromatografia de permeação em gel, extrusão.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das principais fontes de energia para cerca de dois terços da população mundial, sendo considerado, também, um importante veículo de vitaminas e minerais para as populações de países em desenvolvimento, que têm no arroz a base da dieta alimentar. A extrusão é uma operação que transforma matérias-primas agrícolas em produtos cozidos, estáveis no armazenamento, prontos para consumo, com melhores características de textura e sabor, através da utilização de elevada temperatura e pressão num curto período de tempo.

Os principais alimentos utilizados como matérias-primas para produtos extrusados são cereais, amidos e/ou vegetais (ANTON et al., 2009). Segundo Tahnoven et al. (1998), estes ingredientes são os mais utilizados por darem estrutura e textura desejáveis aos produtos extrusados expandidos. Durante o processo de extrusão ocorre uma série de fenômenos, como a gelatinização de amido, a desnaturação de proteínas, a modificação de lipídeos, o desenvolvimento da reação de Maillard, a degradação de vitaminas e pigmentos, a inativação de enzimas e a inativação de fatores antinutricionais. De acordo com Pitts et al. (2014), ainda há muito a se entender sobre as variáveis do processo de extrusão, as interações entre os ingredientes usados nas formulações e os efeitos das modificações nas matérias-primas sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais dos produtos finais.

Objetivou-se, com o estudo, avaliar efeitos das condições de extrusão e do teor de amilose sobre propriedades tecnológicas e estruturais de extrusados expandidos à base de amido de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados amidos isolados de arroz (*Oryza sativa* L.) dos genótipos Moti, IRGA 406 e IRGA 417. Cerca de 100 g dos amidos de arroz foi mantida no estado nativo, enquanto outra parte (700 g) foi extrusada. A extrusão foi realizada em uma extrusora dupla-rosca de 18 mm (modelo MIC 18/GL 30D), com programação fixa de 60, 80, 90, 90, 100 e 100°C, para cada uma das seis zonas de aquecimento-arrefecimento. A taxa de alimentação da extrusora foi de 50 g.min⁻¹ e a velocidade da rosca foi mantida constante a 500 rpm. A umidade dos amidos foi fixada em 22%. Os extrusados foram coletados após expansão na extrusora e secos, posteriormente, em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até 10% de umidade.

Os extrusados preparados com amidos de arroz com diferentes teores de amilose foram

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pós-Doutorando no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) da Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. Email: nathanvanier@hotmail.com

² Acadêmico do Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

³ Pesquisador do Western Regional Research Center (WRRRC) do United States Department of Agriculture (USDA).

⁴ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

fotografados em microscópio estereoscópico (Nikon SMZ25, Nikon Instruments, EUA). Para determinação do índice de expansão dos extrusados, 5 leituras do diâmetro foram feitas em 25 extrusados expandidos contendo cerca de 4 cm de comprimento. O diâmetro dos extrusados foi determinado utilizando paquímetro digital. O índice de expansão foi calculado como a razão entre o diâmetro médio dos extrusados expandidos e o diâmetro do orifício de saída (3,0 mm) dos extrusados na zona de expansão da extrusora.

A dureza dos extrusados foi avaliada em texturômetro (TA-XT2, Texture Technologies Corp.), utilizando apenas um ciclo de compressão. Os extrusados foram dispostos individualmente sobre uma plataforma metálica (85 x 10 mm) e, posteriormente, pressionados com um probe em formato de guilhotina (55 x 1 mm). O probe foi programado para pressionar o extrusado até 2,5 mm de profundidade, com velocidades pré, pós e de teste de 10, 10 e 1,0 mm.s⁻¹, respectivamente.

A estrutura molecular foi avaliada através da cromatografia de permeação em gel (GPC) Sepharose CL-2B e CL-6B, conforme o método descrito por Bertoft et al. (2008).

O índice de expansão e a dureza foram analisados quanto a sua normalidade e homocedasticidade, submetidos a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentadas imagens de microscopia estereoscópica dos extrusados expandidos preparados com amido de arroz de diferentes teores de amilose.

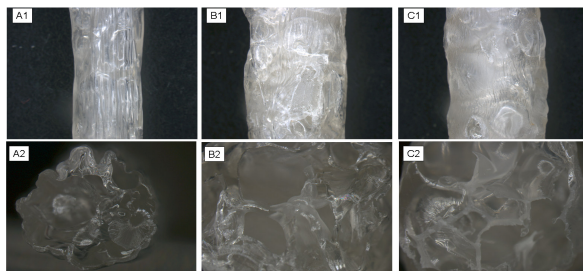


Figura 1 – Imagens de microscopia estereoscópica dos extrusados expandidos de amido isolado de arroz contendo 8% (A), 20% (B) e 32% (C) de amilose. Números 1 e 2 representam, respectivamente, imagens tomadas com 0,71X de aproximação da vista frontal e 1,6X de aproximação da seção transversal dos extrusados.

Os extrusados preparados com amido de arroz com 8% de amilose (Fig. 1A2) apresentaram poros menores, com paredes mais tenras do que os extrusados preparados com amido de arroz com 20 e 32% de amilose (Figuras 1B2 e 1C2, respectivamente). No momento da expansão, foi observado que a matriz gelatinizada do amido com apenas 8% de amilose apresenta mais elasticidade do que os demais materiais. As bolhas se formavam, cresciam, mas ou estouravam ou murchavam. De acordo com Lai e Kokini (1991), amidos ricos em amilopectina expandem mais do que amidos ricos em amilose. Por apresentar cadeias mais curtas e ramificadas do que a amilose, a amilopectina apresenta menor habilidade para se reorganizar após o processo de gelatinização, formando uma matriz menos viscosa. Já a amilose, por apresentar cadeias longas e lineares, é capaz de formar facilmente novas interações após gelatinização e, logo, uma matriz mais viscosa.

Na Figura 2 estão apresentados o índice de expansão e a dureza dos extrusados obtidos de amido isolado de arroz com diferentes teores de amilose.

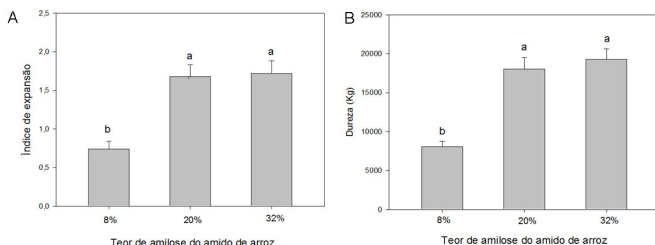


Figura 2 - Índice de expansão (A) e dureza (kg) (B) dos extrusados expandidos de amido isolado de grãos de arroz com diferentes teores de amilose. Barras de erro indicam o desvio padrão. Letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

O menor índice de expansão ($p \leq 0,05$) foi observado nos extrusados preparados com amido de arroz com 8% de amilose. Os extrusados preparados com amido isolado de arroz com 20% e 32% de amilose apresentaram índice de expansão semelhante ($p \leq 0,05$). A baixa dureza e a facilidade com que o extrusado expandido preparado com amido de baixo teor de amilose quebra estão associadas à presença de poros e à ausência de interações fortes entre amilose-amilose e amilose-amilopectina após a gelatinização do amido, que deixou a matriz pouco viscosa e com paredes de bolha pouco espessas.

Nas figuras 3 e 4 estão apresentados, respectivamente, os cromatogramas de permeação em gel Sepharose CL-2B e CL-6B dos amidos nativos e extrusados.

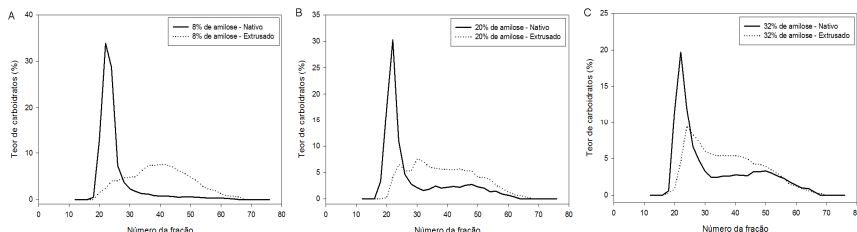


Figura 3 - Cromatografia de permeação em gel Sepharose CL-2B dos amidos com 8% (A), 20% (B) e 32% (C) de amilose, nativos e extrusados.

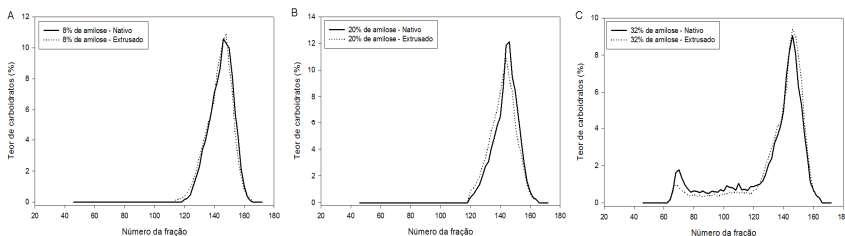


Figura 4 - Cromatografia de permeação em gel Sepharose CL-6B dos amidos com 8% (A), 20% (B) e 32% (C) de amilose, nativos e extrusados.

Na Figura 3, a fração de alto peso molecular (18-30) tipicamente representa moléculas de amilopectina, enquanto as demais, superiores a 30, representam amilose. A extrusão promoveu a redução do peso molecular das moléculas de amilopectina em todos os amidos extrusados (Figura 3). Segundo Singh et al. (2007), as cadeias ramificadas de amilopectina tornam a molécula suscetível aos danos por cisalhamento durante a extrusão.

O amido desramificado pelas enzimas pullulanase e isoamilase, que clivam ligações

$\alpha(1-6)$, foi eluído em gel Sepharose CL-6B (Figura 4). A fração entre 60 e 80 compreende cadeias longas de glicose, enquanto as frações entre 80 a 120 compreendem cadeias lineares de tamanho médio. Já as frações acima de 120, por sua vez, correspondem às cadeias curtas de glicose, provenientes da desramificação da amilopectina (VAMADEVAM et al., 2014).

Não foi verificada diferença nas frações desramificadas de amido nativo e extrusado dos materiais com 8% e 20% de amilose (Figura 4). Este fato indica que a extrusão clivou preferencialmente ligações $\alpha(1-6)$, das ramificações da amilopectina. Os resultados estão de acordo com Politz et al. (1994), que relataram que moléculas grandes de amilopectina, bastante ramificadas, em farinha de milho, apresentam as maiores reduções no tamanho molecular durante a extrusão.

CONCLUSÃO

O maior índice de expansão na extrusão dos amidos isolados de arroz ocorre com teores de amilose entre 20 e 35%. A amilopectina, apesar de favorecer a elasticidade da matriz gelatinizada, não é capaz de formar novas interações para fortalecer a parede das bolhas. O processo de extrusão promove a quebra das ligações $\alpha(1-6)$, predominantemente, da cadeia de amilopectina do amido de arroz.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, ao CNPq, à FAPERGS, à SCT-RS e ao Polo de Alimentos da Região Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTON, A. A. et al. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of bean addition and extrusion cooking. **Food Chemistry**, v. 113, p. 989-996, 2009.
- BERTOFT, E. et al. unit chain composition in amylopectins. **Carbohydrate Polymers**, V. 74, p. 527-543, 2008.
- LAI, L. S.; KOKINI, J. L. Physicochemical changes and rheological properties of starch during extrusion. **Biotechnology Progress**, v. 7, p. 251-266, 1991.
- PITTS, K. F. et al. Co-effect of salt and sugar on extrusion processing, rheology, structure and fracture mechanical properties of wheat-corn blend. **Journal of Food Engineering**, v. 127, p. 58-66, 2014.
- POLITZ, M. L. et al. Quantitative measurement of extrusion-induced starch fragmentation products in maize flour using nonaqueous automated gel-permeation chromatography. **Cereal Chemistry**, v. 71, p. 532-536, 1994.
- SINGH; S. et al. Nutritional aspects of food extrusion: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p. 916-929, 2007.
- TAHNOVEN, R. et al. Snack foods. **Lebensmittel Untersuchung Forschung**, v. 206, p. 360-363, 1998.
- VAMADEVAM, V. et al. Hydrothermal treatment and iodine binding provide insights into the organization of glucan chains within the semi-crystalline lamellae of corn starch granules. **Biopolymers**, v. 101, p. 871-885, 2014.