

ANÁLISE POR IMAGEM E MICROSCOPIA ELETRÔNICA POR VARREDURA DAS FARINHAS EXTRUDADAS DE ARROZ E MARACUJÁ.

Priscila Leal da Silva Alves ✉

CAPES/ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ.

José Luis Ramirez Ascheri

FAPERJ/ Laboratório de Extrusão, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Guaratiba – RJ.

✉ prilealsa@gmail.com

RESUMO

Um dos processos industriais que tem se mostrado eficiente na obtenção de produtos alimentícios é a extrusão. Este processo possibilita a obtenção de uma variedade de produtos como os *snacks*, as farinhas pré-gelatinizadas e os cereais pré-cozidos. O objetivo deste trabalho foi verificar as diferenças provocadas pelas condições de processamento, tais como percentual de farinha de maracujá nas amostras, umidade da mistura e temperatura na 3ª zona do extrusor, na estrutura interna dos extrudados. As imagens das amostras foram visualizadas através de um *scanner* e a análise da microestrutura das farinhas mistas extrudadas selecionadas foi realizada em um microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo TM 3000 Hitachi (Tóquio, Japão), acoplado com o sistema de energia dispersiva de raios-X Quanta EDS (Bruker, Karlsruhe, Alemanha), utilizando aumentos de 100x e 600x. Analisando as micrografias, de modo geral, observa-se que a farinha de arroz branco polido apresenta os componentes da sua

estrutura aglomerados e íntegros. Já as farinhas mistas com diferentes concentrações de farinha de maracujá, que foram submetidas ao processo de extrusão, apresentam aspecto de uma massa compacta, amorfa, em que não se distingue o amido e a proteína. De modo geral, pode-se concluir que houve diferença na estrutura interna dos extrudados, conforme se aumentou a concentração de farinha da casca de maracujá, verificando a presença de superfícies irregulares, provavelmente provocadas pelo aumento do teor de proteína nestas farinhas extrudadas.

Palavras-chave: Extrusão. Micrografia. Scanner.

ABSTRACT

One of the industrial processes that have proven effective in getting food products is extrusion. This process makes it possible to obtain a variety of products such as snacks, the gelatinization meals and precooked cereals, the aim of this study was to determine the differences caused by the processing conditions, such as passion fruit flour in the samples,

humidity mixing and 3rd zone temperature in the extruder, the internal structure of the extrudates. Images of the samples were viewed through a scanner, as proposed by Tan, Gao and Hsieh (1994) and the analysis of the microstructure of selected extruded mixed flours was conducted in a scanning electron microscope (SEM), model TM 3000 Hitachi (Tokyo, Japan) coupled with energy dispersive x-ray system Quanta EDS (Bruker, Karlsruhe, Germany) using 100x and 600x. Analyzing the micrographs, in general, it is observed that the polished white rice flour shows the components of its agglomerated structure and integrity. Since the mixed flours were subjected to the extrusion process, have appearance of a compact mass, amorphous, that is indistinguishable starch and protein. In general, the extruded samples can verify the presence of irregular surface with a smooth and ridged parts and some small holes, probably formed by air bubbles generated during expansion.

Keywords: Extrusion. Micrography. Scanner.

INTRODUÇÃO

Um dos processos industriais que tem se mostrado eficiente na obtenção de produtos alimentícios é a extrusão. Este processo possibilita a obtenção de uma variedade de produtos como os *snacks*, as farinhas pré-gelatinizadas e os cereais pré-cozidos. A extrusão é viável no processamento de matérias-primas amiláceas, como é o caso da batata-doce.

O princípio básico da extrusão é converter um material sólido em fluido pela aplicação de calor e trabalho mecânico e forçar sua passagem através de uma matriz para formar um produto com características físicas e geométricas pré-determinadas. O processo promove a gelatinização do amido, a desnaturação e a reorientação das proteínas, a inativação enzimática, a destruição de algumas substâncias tóxicas e a diminuição da contagem microbiana (SEBIO, 1996).

Os grânulos de amido apresentam birrefringência quando observados em microscópio óptico sob luz polarizada, o que indica um certo grau de organização molecular. A parte linear das moléculas de amilopectina forma estruturas helicoidais duplas, estabilizadas por pontes de hidrogênio entre grupamentos hidroxila. São elas que dão origem às regiões cristalinas dos grânulos. A região amorfa é composta pelas cadeias de amilose e pelas ramificações da amilopectina (CHANG, 2001).

A extrusão provoca alterações em várias propriedades funcionais do amido, as quais dependem principalmente da relação amilose e amilopectina e dos parâmetros operacionais do processo, como a umidade da matéria-prima, a temperatura do processo e a velocidade e geometria do parafuso (FELLOWS, 2000).

Vários pesquisadores têm estudado o efeito do processo de extrusão

sobre o amido. A maioria dos tratamentos térmicos em produtos amiláceos causa modificações físico-químicas nos grânulos de amido e seus constituintes, o que conduz a mudanças na textura e nas propriedades reológicas, além de deixar os produtos mais digeríveis e disponíveis (CHEFTEL, 1986).

No extrusor, o amido granular é progressivamente comprimido e transformado em um composto homogêneo de material denso e compacto com conseqüente desaparecimento de sua estrutura cristalina e granular. Todavia é preciso mencionar que a transformação dos grânulos de amido é função da intensidade do tratamento. De fato, grânulos intactos são ainda presentes nos extrudados obtidos em condições de alta umidade, baixo cisalhamento e baixa temperatura (CHANG, 2001).

O objetivo deste trabalho, portanto, foi verificar as diferenças provocadas pelas condições de processamento, tais como percentual de farinha de maracujá nas amostras, umidade da mistura e temperatura na 3ª zona do extrusor, na estrutura interna dos extrudados.

MATERIAL E METODOS

Processo de extrusão

A extrusão de misturas de farinhas, nas proporções de maracujá: arroz (5:95; 10:90; 15:85 e 20:80), respectivamente, foi realizada em uma extrusora da Marca Brabender, modelo DSE 20DN, de rosca simples e os parâmetros de processamento foram: Taxa de compressão da rosca: 4:1, Taxa de alimentação: 100g/min, Abertura da matriz: 3 mm, Rotação da rosca: 160 rpm, Temperatura da 1ª zona de aquecimento do extrusor: 60°C e Temperatura da 2ª zona de aquecimento do extrusor: 120°C.

Após a extrusão das farinhas mistas de arroz e maracujá, os extrudados foram submetidos a um processo

de secagem em estufa elétrica com circulação de ar aquecido, a uma temperatura de 60°C, por um período de 4 horas. Posteriormente, os extrudados foram moídos em moinho de facas-martelo, obtendo-se a farinha mista de arroz e maracujá com granulometria adequada.

Os parâmetros variáveis foram: temperatura na 3ª zona de aquecimento do extrusor (140, 160 e 180°C) e teores de umidade das farinhas para o processamento (16, 17 e 18%).

Avaliação por imagem dos extrudados expandidos

Para a avaliação da estrutura macroscópica, amostras de cada extrudado expandido foram cortadas radialmente.

As amostras foram visualizadas através de um *scanner*, conforme proposto por Tan, Gao e Hsieh (1994).

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A análise da microestrutura das farinhas mistas extrudadas selecionadas foi realizada em um microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo TM 3000 Hitachi (Tóquio, Japão), acoplado com o sistema de energia dispersiva de raios-X Quanta EDS (Bruker, Karlsruhe, Alemanha), utilizando aumentos de 100x e 600x.

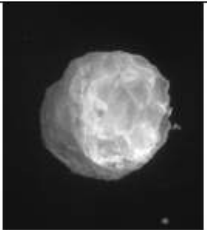
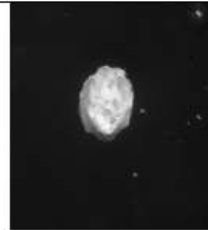
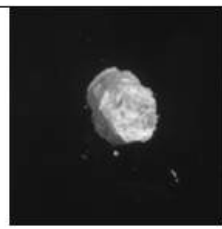
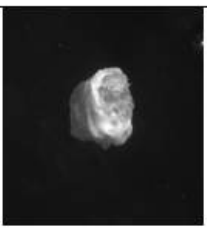
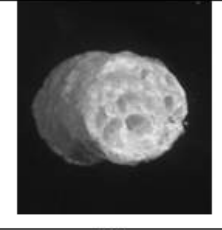
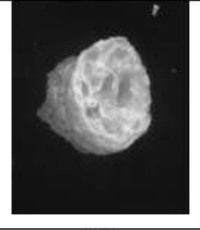
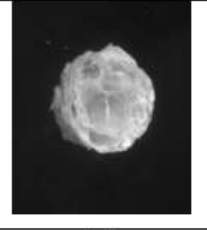
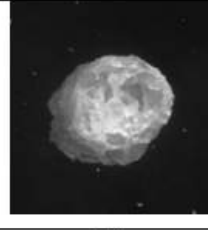
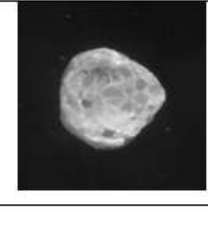
Uma pequena quantidade de amostra foi colocada sobre fita adesiva de carbono, aderida a um disco metálico e este levado ao MEV. As amostras assim preparadas foram observadas em microscópio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise por imagem

As amostras de extrudados expandidos foram avaliadas por meio do uso de imagens obtidas por um *scanner* com a finalidade de verificar as diferenças provocadas pelas condições de processamento, tais como

Quadro 1 - Corte radial dos expandidos de arroz e farinha da casca do maracujá processados em diferentes condições de temperatura, umidade (U) e percentual de farinha de maracujá.

1 140°;16%U;5%FM	2 180°;16%U;5%FM	3 140°;18%U;5%FM	4 180°;18%U;5%FM	5 140°;16%U;15%FM
				
6 180°;16%U;15%FM	7 140°;18%U;15%FM	8 180°;18%U;15%FM	9 160°;17%U;10%FM	10 160°;17%U;10%FM
				
11 160°;17%U;10%FM	12 160°;17%U;10%FM	13 160°;17%U;10%FM	14 126°;17%U;10%FM	15 194°;17%U;10%FM
				
16 160°;15%U;10%FM	17 160°;19%U;10%FM	18 160°;17%U;2%FM	19 160°;17%U;20%FM	
				

farinha de maracujá nas amostras, umidade da mistura e temperatura na 3ª zona do extrusor, na estrutura interna dos extrudados produzidos.

Sabe-se que a disposição das células internas dos extrudados, bem como os componentes presentes em sua constituição, conferem ao produto final diferentes texturas e, portanto, relacionam-se diretamente com a

aceitação do mesmo.

Em geral, extrudados que possuem células grandes e com paredes muito espessas apresentam maior dureza, no entanto, quando a estrutura interna é homogênea, ou seja, quando os compartimentos de ar têm tamanhos similares, e as paredes são finas, há facilidade de ruptura do produto quando mastigado, sendo

esta característica desejável pelos consumidores.

As imagens com o corte radial das amostras de expandidos escaneadas mostrando a estrutura interna das células (tamanho e forma) estão apresentadas no Quadro 1.

Ao analisarem-se as imagens (Quadro 1), observa-se que todas as amostras com menor percentual de

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As micrografias da farinha de arroz branco polido e das farinhas mistas extrudadas de arroz e maracujá estão expostas nas Figuras 1 a 5.

Figura 1 - Micrografias obtida por MEV de farinha de arroz branco polido, aumento de 100x (A) e 600x (B).

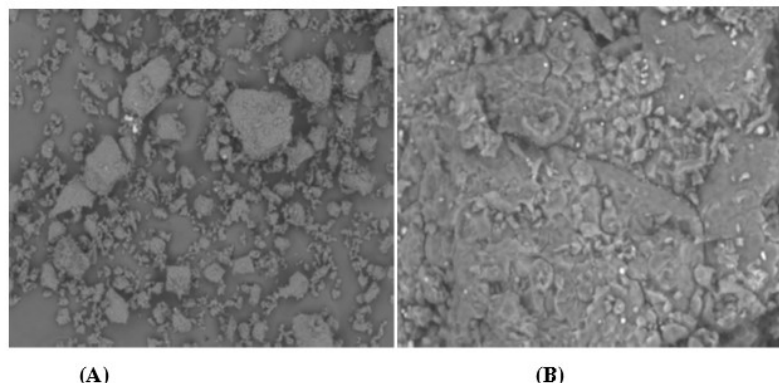


Figura 2 - Micrografias obtida por MEV de farinha extrudada selecionada, tratamento 1(140°;16%U;5%Maracujá), aumento de 100x (A) e 600x (B).

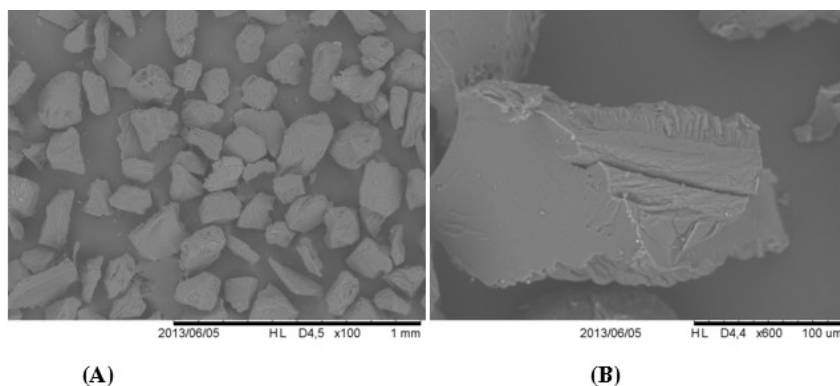
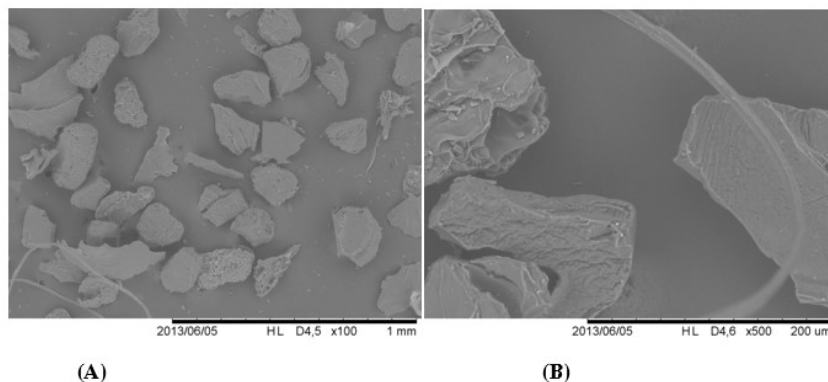


Figura 3 - Micrografias obtida por MEV de farinha extrudada selecionada, tratamento 6 (180°;16%U; 15%FM), aumento de 100x (A) e 500x (B).



umidade (16 %) apresentaram células mais homogêneas. Já os extrudados processados com alta temperatura (igual ou superior a 160°C) ficaram quebradiços e não apresentaram uniformidade.

Vale ressaltar que, de acordo com o grau de gelatinização ocorrido durante o processamento, avaliado a partir da caracterização química, física e tecnológica, cada uma das amostras pode ser direcionada para a elaboração de produtos diferenciados.

Analisando as micrografias das Figuras 1 a 5, de modo geral, observa-se que a farinha de arroz branco polido apresenta os componentes da sua estrutura aglomerados e íntegros. Já as farinhas mistas, com diferentes concentrações de farinha de maracujá, que foram submetidas ao processo de extrusão, conforme se aumentou a concentração da farinha de maracujá pode-se observar que as farinhas apresentam aspecto de uma massa compacta, amorfa, em que não se distingue o amido e a proteína.

Nas amostras com maior concentração de farinha de maracujá (15 e 20%), pode-se verificar a presença de superfícies irregulares, com partes lisas e estriadas e alguns pequenos orifícios, provavelmente formados pelas bolhas de ar geradas durante a expansão.

Leonel (2005) analisou o aspecto geral das farinhas de batata-doce antes e após extrusão por meio das micrografias em microscópio eletrônico de varredura e observou que não houve diferenças entre os tratamentos de extrusão quanto ao aspecto geral. Na farinha não extrudada os componentes apresentaram-se soltos ou aglomerados, porém íntegros. Observou-se que a farinha de batata-doce extrusada apresentou-se como uma massa compacta, amorfa, onde não é possível distinguir grânulos de amido e material

Figura 4 - Micrografias obtida por MEV de farinha extrudada selecionada, tratamento 10 (160°;17%U; 10%FM), aumento de 100x (A) e 600x (B).

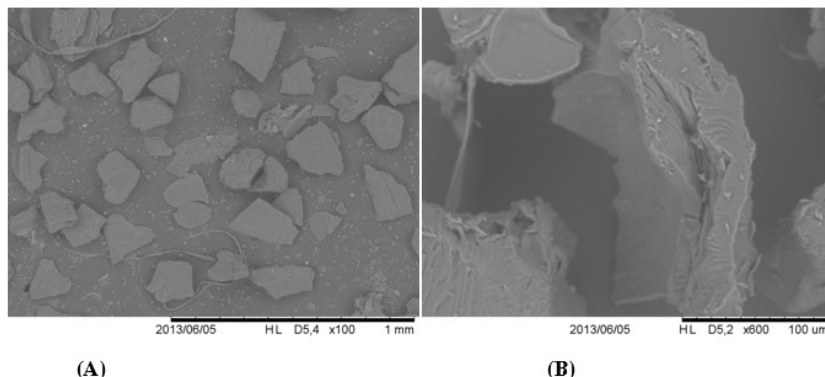
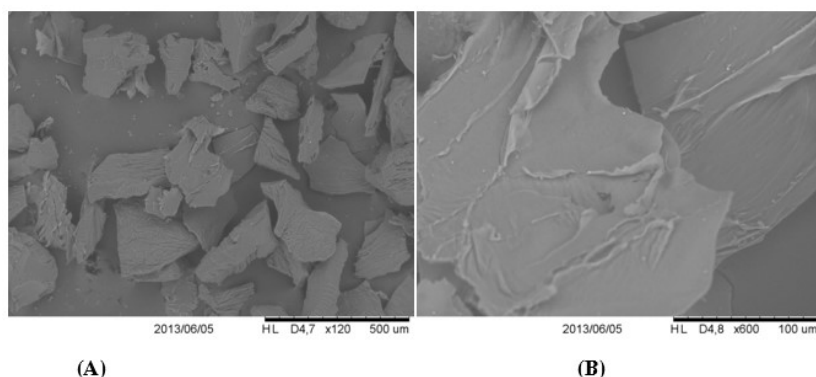


Figura 5 - Micrografias obtida por MEV de farinha extrudada selecionada, tratamento 19 (160°;17%U; 20%maracujá), aumento de 100x (A) e 600x (B).



não amiláceo. Enquanto que o material extrudado apresentou superfície irregular, com partes lisas, partes estriadas e alguns orifícios.

Leonel (2007), analisando a forma e tamanho de grânulos de amido de diferentes fontes botânicas, observou formas circulares e côncavo-convexas para mandioca, com diferentes tamanhos, justificados pelo processo de tuberização da raiz a partir de um câmbio central, com predomínio

de grânulos com diâmetro maior, entre 15 e 20 µm.

Durante a extrusão-cocção, o amido, que inicialmente se encontra na forma granular quando na presença de umidade, é progressivamente comprimido e transformado em

material denso, sólido, compacto e a estrutura granular cristalina desaparece (COLONNA, 1987).

Cheyne et al. (2005), analisando o efeito da extrusão em amido de batata, observaram, por meio da análise dos extrusados em microscopia eletrônica de varredura, uma estrutura complexa composta de paredes celulares parcialmente rompidas e fragmentos de paredes celulares unidos a uma matriz de grânulos de amido gelatinizados.

CONCLUSÃO

De modo geral, pode-se concluir que houve diferença na estrutura interna dos extrudados, conforme se aumentou

a concentração de farinha da casca de maracujá, verificando-se a presença de superfícies irregulares, provavelmente provocadas pelo aumento do teor de proteína nestas farinhas extrudadas.

REFERÊNCIAS

- CHANG, YK. Influence of extrusion conditions on cassava starch and soybean protein concentrate blends. **Acta Alim**, Budapest, v.30, n.2, p.189-203, 2001.
- CHEFTEL, JC. Nutritional effects of extrusion cooking. **Food Chem**, v.20, n.3, p.263-283, 1986.
- CHEYNE, A. Extrusion behavior of cohesive potato starch pastes: II. Microstructure-process interactions. **Food Eng**, v.66, p.13-24, 2005.
- COLONNA, P; BULEON, A; MERCIER, CP. Modified starch. In: GALLIARD, T. **Starch: properties and potencial**. Chischester: John Wiley & Sons, 1987. cap.4, p.79-114.
- FELLOWS, PJ. **Food processing technology: principles and practice**. 2. ed. Cambridge: Midway Technology, 2000. 562p.
- LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciênc Tecnol Alim**, v.27, p.579-588, 2007.
- LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciênc Tecnol Aliment**, Campinas, 25(4): 835-843, out-dez. 2005.
- SEBIO, L. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físico-químicas da farinha de inhame (Dioscorea rotundata)**. Campinas, 1996. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- TAN J; GAO X. Extrudate Characterization by Image Processing. **Journal of Food Science**, v.59, Issue 6, pages 1247-1250, November 1994.