EFEITOS DAS MODIFICAÇÕES POR ULTRASSOM NAS PROPRIEDADES TÉRMICAS, ESTRUTURAIS E DE PASTA NOS GRÂNULOS DE AMIDO DA SEMENTE DE ABACATE.

Amanda Quesada Tavares (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Camila Delinski Bet (Co-orientadora), Luiz Gustavo Lacerda (Orientador), e-mail: luizgustavo75@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Alimentos

Área: Ciência e Tecnologia de Alimentos; Subárea: Ciência dos Alimentos.

Palavras-chave: resíduo agroindustrial, amido, análise térmica.

Resumo

Durante o processamento do abacate os caroços são descartados, os quais contém considerável quantidade de amido que apresenta propriedades de interesse para a indústria. Dessa forma, o amido extraído de caroço de abacate foi modificado por ultrassom em diferentes amplitudes de vibração (25, 50 e 75%) e o efeito desta foi avaliado por termogravimetria (TG/DTG), calorimetria exploratória diferencial (DSC), análise viscoamilográfica (RVA), difratometria de raios x pelo método de pó (DRX) e microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo (MEV-FEG). Um ligeiro aumento na estabilidade térmica foi observado após tratamento, conforme aumento da amplitude empregada, e três perdas de massa foram identificadas associadas a um evento endotérmico e dois exotérmicos. Uma diminuição na viscosidade de pico foi acompanhada de um aumento na temperatura de pasta. O amido modificado apresentou coloração mais escura, sem alteração no diâmetro dos grânulos, porém fissuras e ranhuras foram evidenciadas e o padrão de difração foi do tipo C. As alterações foram relacionadas à amplitude de vibração ajustada durante exposição dos grânulos à irradiação ultrassônica.

Introdução

O abacate é rico em óleos, valorizado em seus atributos sensoriais em diversas áreas como alimentos e cosméticos (LACERDA et al., 2014). No entanto, o caroço de abacate (16% do peso da fruta, b.s) geralmente é descartado (BUILDERS et al., 2010), o qual pode ser considerado uma fonte de amido não convencional. Algumas limitações encontradas no amido nativo, como alta viscosidade e tendência à retrogradação, podem ser corrigidas ou melhoradas a partir de modificações como irradiação ultrassônica. Neste tratamento, os transdutores piezoelétricos do equipamento liberam vibrações de alta energia que são transmitidas para o fluido (amostra) por meio de uma sonda. Assim, a mudança na pressão e a velocidade do líquido em movimento ocasionam a formação de bolhas de cavitação que se chocam entre si e com as moléculas de amido, modificando sua estrutura, fenômeno denominado cavitação acústica (WATTERSHOOT et al., 2014). Dessa forma, o presente estudo visou a avaliação dos efeitos térmicos, estruturais e de pasta provocados por ultrassom aplicado em diferentes amplitudes (25, 50 e 75%) em amido isolado de caroços de abacate.

Materiais e Métodos

O caroço de abacate foi isolado conforme metodologia descrita por Lacerda et al. (2014). A modificação física por ultrassom foi realizada no equipamento Vibra Cell (SONICS, USC 1400), a 40 kHz e 81 W. O processo foi adaptado de Jambrak et al., com diferentes amplitudes de vibração (25, 50 e 75%) ao longo de 30 min, sem pulsos, evitando-se o aumento de temperatura com auxílio de banho de gelo.
A análise morfológica foi realizada em equipamento Tescan – VEGA 3 (Kohoutovice, República Tcheca), conforme literatura (BET et al., 2016). Diferenças encontradas para o diâmetro dos grânulos foram analisadas por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey adotando-se 95% de confiança ($p<0,05$) com auxílio do software SASM-Agri 8.2.
Curvas TG/DTG foram obtidas através do equipamento modelo DTG-60 (Shimadzu, Japão). As amostras foram aquecidas de 30°C a 600°C, utilizando cadinhos de α-alumina abertos, massa de 8 mg, fluxo de ar de 100 mL min^{-1} e taxa de aquecimento de 10°C min^{-1} (OLIVEIRA et al., 2014).
Curvas DSC foram obtidas através do equipamento DSC-60 (Shimadzu, Japão), em faixa de temperatura de 10-600 ºC em fluxo de ar de 50 mL min^{-1}, com taxa de aquecimento de 5 °C min^{-1}, com amostras de 2,5 mg pesadas em cadinhos de alumínio (ANDRADE et al., 2014).
As propriedades da pasta do amido de abacate foram determinadas por um viscosímetro, modelo RVA (Newport, Austrália), com ciclo de aquecimento e arrefecimento e taxa de cisalhamento constante (BET et al., 2016).
Padrões de raios X foram obtidos por um difratômetro modelo Ultima (Rigaku, Japão), utilizando radiação CuKα (λ = 1,541 A) e com configurações de 40 kV e 20 mA. A radiação dispersa foi detectada em intervalo angular de 5 a 50°, com velocidade de digitalização de 2° min^{-1} e passo de 0,02°.

Resultados e Discussão

Microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo
O amido isolado de caroço de abacate apresentou coloração tendendo ao marrom, possivelmente devido à degradação oxidativa dos compostos fenólicos, como obtido por Chel-Guerrero et al.(2016) e Lacerda et al.(2015), ou pela presença residual de ferro, relatado por Builders et al.(2010).
O amido nativo de abacate apresentou forma elipsoidal e com superfície lisa. Com a modificação por ultrassom ocorreu o surgimento de ranhuras na superfície do amido. Em maiores amplitudes, pequenos rompimentos em alguns pontos dos grânulos foram verificados, possivelmente pelo fenômeno de cavitação acústica discutido por Jambrak et al. (2010) e Haaj et al. (2013), devido ao colapso das bolhas, gradiente de pressão e cisalhamento envolvidos, que podem danificar os grânulos proporcionalmente à amplitude empregada, assim como observado neste estudo.

Termogravimetria e Termogravimetria Derivada (TG/DTG)
As curvas TG obtidas para os amidos nativo e modificados exibiram comportamento semelhante, com três perdas de massa e um período onde mínimas variações de massa são detectadas (patamar de estabilidade). Lacerda et al. (2015) identificaram quatro etapas de perdas de massa para amido de abacate extraído também de forma aquosa.

A primeira inflexão na curva TG foi relacionada à desidratação da amostra, evento endotérmico conforme análise de decomposição por DSC. Os picos subsequentes foram relacionados à degradação das cadeias de amilose e amilopectina, seguidos da oxidação da amostra (eventos exotérmicos) (MALUCELLI et al., 2015). Observou-se que com a realização da modificação por ultrassom uma tendência no aumento da estabilidade térmica ocorreu, sendo o maior valor obtido para amostra exposta à maior amplitude de vibração (75%).

Propriedades de pasta (RVA)

Não foi possível estudar os parâmetros de viscosidade do amido submetido a 75% durante 30 min no US, pois o gel ficou quebradiço, e apresentou comportamento fora do padrão em comparação aos demais tratamentos. Sendo assim, novo tratamento foi realizado utilizando-se 70% de amplitude e tempo de 30 min.

Observou-se que as amostras diferiram entre si (exceto para quebra das amostras 50 e 70%; e temperatura de pasta das amostras nativa e 25%), verificando-se uma tendência de aumento do tempo de pico e a temperatura de pasta, enquanto os demais parâmetros (viscosidade de pico e final, tendência à retrogradação e quebra) diminuíram significativamente após a modificação por ultrassom.

Boa estabilidade de pasta foi alcançada para o amido de abacate já que uma diminuição na quebra e tendência a retrogradação foram registradas, assim como Chel-Guerrero et al. (2016). Os efeitos do ultrassom nas propriedades de pasta do amido de abacate foram mais acentuados com maiores amplitudes de vibração empregadas.

Padrão de difração e grau de cristalinidade

Devido ao amido ser considerado um polímero semicristalino, sendo a amilopectina responsável por esta característica, investiga-se esta característica por difratometria de raios X. Os principais picos difratados a 2θ foram: 5,6; 15; 17; e um dublete a 22 e 23º, o que caracteriza um padrão de difração do tipo C, considerado uma mistura entre os padrões tipo A e B (HUANG et al., 2015). Chel-Guerrero et al. (2016) classificaram o amido de abacate como tipo B. Um pico de baixa intensidade em 20º foi atribuído à complexação da amilose com lipídeos remanescentes do processo de extração.

Conclusões

Os grânulos de amido apresentaram coloração tendendo ao marrom e com forma oval ou alongada, exibindo ranhuras e algumas fissuras na superfície dos grânulos após modificação. Não foi observado diminuição do diâmetro médio após o tratamento. Maior estabilidade térmica foi registrada para os amidos sonicados proporcional ao aumento da amplitude de vibração aplicada. As alterações provocadas pela modificação por ultrassom podem ser atribuídas ao cisalhamento e aos colapsos entre as moléculas de amido com as bolhas de cavitação formadas pelo gradiente de pressão.

Agradecimentos

À Fundação Araucária, Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao C-LABMU pelo suporte financeiro e técnico.

Referências

ANDRADE, M.M.P.; OILVEIRA, C.S.; COLMAN, T.A.D.; COSTA, F.J.O.G.; SCHNITZLER, E. Effects of heat-moisture treatment on organic cassava starch. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 115, p. 2115-2122, 2014.

BET, C.D.; CORDOBA, L.P.; RIBEIRO, L.S.; SCHNITZLER, E. Common Vetch (*Vicia sativa*) as a New Starch Source: Its Thermal, Rheological and Structural Properties After Acid Hydrolysis. **Food Biophysics**, v. 11(3), p. 275-282, 2016.

BUILDERS, P.F.; NNURUM, A.; MBAH, C.C.; ATTAMA, A.A.; MANEK, R. The physicochemical and binder properties of starch from Persea americana Miller (Lauraceae). **Starch/Stärke**, v. 62(6), p. 309-320, 2010.

CHEL-GUERRERO, L.; BARBOSA-MARTÍN, E.; MARTÍNEZ-ANTONIO, A.; GONZÁLEZ-MONDRAGÓN, E.; BETANCUR-ANCONA, D. Some physicochemical and rheological properties of starch isolated from avocado seeds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 86, p. 302-3088, 2016.

HAAJ, S.B.; MAGNIN, A.; PÉTRIER, C.; BOUFI, S. Starch nanoparticle formation via high power ultrasonication. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, p.1625-1632, 2013.

JAMBRAK, A.R.; HERCEH, Z.; SUBARÍC, D.; BABÍC, J.; BRNCÍC, M.; BRNCÍC, S.R.; BOSILJKOV, T., CVEK, D., TRIPALO, B.; GELO, J. Ultrasound effect on physical properties of corn starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 79, p. 91-100, 2010

LACERDA, L.G.; COLMAN ,T.A.D.; BAUAB, T.; FILHO, M.A.S.C.; DEMIATE, I.M.; VASCONCELOS, E.C.; SCHNITZLER, E. Thermal, structural and rheological properties of starch from avocado seeds (*Persea americana*, Miller) modified with standard sodium hypochlorite solutions. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 115, n. 2, p. 1893-1899, 2014.

LACERDA, L.G.; FILHO, M.A.S.C.; BAUAB, T.; DEMIATE, I.M.; COLMAN, T.A.D., ANDRADE, M.M.P.; SCHNITZLER, E. The effects of heat-moisture treatment on avocado starch granules. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 120, p. 387-393, 2015.

WATTERSHOOT, J. et al. Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches**. Starch/Starke**, v.66, p.1-16, 2014.

MALUCELLI, L.C., LACERDA, L.G., FILHO, M.A.S.C., FERNÁNDEZ, D.E.R., DEMIATE, I.M., OLIVEIRA, C.S., SCHNITZLER, E. (2015). **Porous waxy maize starch**. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry,* 120, 525-32.

OLIVEIRA, C.S., ANDRADE, M.M.P., COLMAN, T.A.D., COSTA, F.J.O.G., SCHNITZLER, E. (2014). **Thermal, structural and rheological behaviour of native and modified waxy corn starch with hydrochloric acid at different temperatures**. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry,* 115, 13–8.