

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Instrumentação
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**ANAIS DO VII WORKSHOP DA REDE DE
NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO**

Maria Alice Martins
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Editores

Embrapa Instrumentação
São Carlos, SP
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação

Rua XV de Novembro, 1452
Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: (16) 2107 2800
Fax: (16) 2107 2902
www.cnpdia.embrapa.br
E-mail: cnpdia.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: João de Mendonça Naime
Membros: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori
Dr. Washington Luiz de Barros Melo
Sandra Protter Gouvea
Valéria de Fátima Cardoso
Membro Suplente: Dra. Lucimara Aparecida Forato

Revisor editorial: Valéria de Fátima Cardoso
Capa - Desenvolvimento: NCO; criação: Ângela Beatriz De Grandi
Imagem da capa: Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus
Loures Mourão, Viviane Soares

1a edição

1a impressão (2013): tiragem 50

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).
CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Instrumentação

Anais do VII Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio –
2012 - São Carlos: Embrapa, 2012.

Irregular
ISSN 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Assis, Odílio Benedito Garrido de.
III. Ribeiro, Caue. IV. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. V. Embrapa Instrumentação.

© Embrapa 2013

EFEITOS DE REVESTIMENTO À BASE DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA NA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE MAÇÃS MINIMAMENTE PROCESSADAS

Lucimeire Pilon, Poliana Cristina Spricigo*, Márcia Regina Moura, Luiz Henrique Capparelli Mattoso, Marcos David Ferreira

Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos - SP, Brasil.
Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235, SP-310, São Carlos - SP, Brasil.
lucimeire.pilon@yahoo.com.br*

Projeto Componente: PA2 Plano de Ação: PC3

Resumo

A maçã está entre as frutas mais produzidas no mundo, podendo ter seu consumo aumentado como produto minimamente processado. No entanto, o escurecimento enzimático é um fator que afeta a sua qualidade. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de revestimentos comestíveis à base de nanopartículas de quitosana sobre as enzimas polifenoloxidase e peroxidase em maçãs minimamente processadas. Maçãs foram tratadas com: (1) quitosana 140 nm, (2) quitosana 300 nm (3) quitosana 0,2%, (4) controle: ácido ascórbico 1%. As fatias foram acondicionadas em bandejas PET e armazenadas a 5°C durante 10 dias. Os tratamentos à base de quitosana nanoestruturada foram mais eficazes na inibição do escurecimento enzimático.

Palavras-chave: polifenoloxidase, peroxidase, processamento mínimo, revestimento comestível.

Publicações relacionadas

PILON, L.; SPRICIGO, P.C; MOURA, M.R; MATTOSO, L.H.C; FERREIRA, M.D. Evaluacion del pardeamiento enzimático de manzanas minimamente procesadas revestidas con nanopartículas de quitosano. In: VII Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones, 28 a 30 de nov. 2012, La Plata, Argentina.

Introdução

O crescimento dos produtos minimamente processados no mercado está relacionado com a exigência do consumidor para obtenção de produtos frescos e com praticidade para o consumo. A decisão de compra de frutas pelo consumidor leva em consideração fatores como o tamanho do fruto, a dificuldade de descascamento, o extravasamento de líquidos, e o odor ou cor transferidos para as mãos. O processamento mínimo permite ao consumidor a avaliação imediata de sua qualidade interna (JACOMINO et al., 2004). No entanto, apesar de proporcionarem conveniência ao consumidor e ganho aos produtores em relação ao valor agregado, as frutas e hortaliças minimamente processadas apresentam menor vida útil por sofrerem injúrias pelo descascamento e corte, aumentando a taxa de respiração, produção de

etileno, deterioração da textura e produção de compostos voláteis indesejáveis (KADER et al., 1989).

A utilização de coberturas comestíveis surge como uma tecnologia importante para a aplicação e conservação das frutas minimamente processadas. Essas coberturas, normalmente processadas à base de biopolímeros atóxicos, ao serem depositadas atuam em diminuir os fatores fisiológicos e promover a proteção do produto quanto à contaminação microbiana, formam uma barreira à umidade, reduzindo a atividade de água, e o acesso de bactérias, fungos e leveduras (KESTER; FENNEMA, 1986). A quitosana é um dos materiais que tem sido bastante avaliado para esse fim em frutos inteiros e minimamente processados, com significativos resultados na conservação pós-colheita (SRINIVASA et al., 2002; DUCAMP-COLLIN et al., 2009). A associação de quitosana com ácido ascórbico

agrega valor ao produto minimamente processado, prevenindo o escurecimento enzimático e outras reações oxidativas.

De um modo geral, a introdução de nanopartículas em uma matriz polimérica promove, principalmente, melhoras nas propriedades mecânicas (resistência a tração e ruptura) e de barreira (permeabilidade a gases e a vapor d'água) e pode atuar, dependendo da composição, como agente antimicrobiano, com benefícios de qualidade e segurança do alimento (WANG et al., 2007).

Considerando-se as novas propriedades e vantagens do uso de filmes nanoestruturados na conservação de produtos agrícolas, esta pesquisa teve como objetivo avaliar as propriedades de revestimentos nanoestruturados de quitosana na inibição do escurecimento enzimático de maçãs minimamente processadas, comparando-os a revestimentos convencionais do mesmo material.

Materiais e métodos

Para a solução contendo nanopartículas de quitosana, a quitosana foi dissolvida em ácido cítrico nas concentrações 2 and 4 mg mL⁻¹. A concentração do ácido cítrico foi 1 e 2 vezes a da quitosana, respectivamente. Foi adicionado 28 mL de tripolifosfato de sódio (TPP) em 70 mL da solução de quitosana sob homogeneização a 2000 rpm com adição contínua a 1 mL min⁻¹ (MOURA et al., 2009). Para a solução convencional de quitosana foram dissolvidos 2 g L⁻¹ de quitosana em solução de ácido cítrico 2% sob agitação e aquecimento (80 °C) em agitador magnético. Foi utilizado um Zetasizer Nano ZS com laser de difração para medir tanto a distribuição do tamanho de partícula como a análise do potencial zeta.

Maçãs 'Gala' (*Malus x domestica* Borkh.) foram adquiridas de um distribuidor local. Esses frutos foram lavados, sanitizados por imersão em solução de dicloroisocianurato de sódio 200 mg L⁻¹ durante 3 min. e drenadas antes das operações de corte. Após, as maçãs foram cortadas em fatias (25 ± 2 g) com facas afiadas de ácido inoxidável. As fatias foram então enxaguadas em solução de dicloroisocianurato de sódio 20 mg L⁻¹ durante 3 min. e drenadas. Subsequentemente foram imersas em ácido ascórbico 1% por 3 minutos e tratadas:

(1) Solução coloidal de nanopartículas de quitosana a 140 nm, adicionada por pulverização nas fatias;

(2) Solução coloidal de nanopartículas de quitosana a 300 nm, adicionada por pulverização nas fatias;

(3) Solução de quitosana (2 g L⁻¹) em ácido cítrico 2%, adicionada por imersão das fatias;

(4) Controle: fatias apenas imersas em ácido ascórbico 1%

O excesso das soluções foi drenado por 3 minutos. Porções de aproximadamente 200 g de maçãs minimamente processadas foram acondicionadas em bandejas de poli(tereftalato) de etileno. O produto foi armazenado em câmara fria a 5 ± 1 °C. Análises foram realizadas a cada dois dias, durante 10 dias de armazenamento.

Determinação das atividades da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD)

A extração das enzimas foi preparada a partir da homogeneização de 10 g de fatias com 20 mL de solução tampão fosfato 0,2 M (pH 7,0) e 0,2 g de polivinilpirrolidone. A solução foi centrifugada em 16000 g a 4 °C por 30 min. O extrato enzimático foi obtido filtrando o sobrenadante com filtro de papel Whatman 0,45 µm.

A atividade da polifenoloxidase foi determinada com auxílio de um espectrofotômetro, através da taxa de absorvância em 420 nm, em uma solução contendo 2,9 mL de 0,11 M de catecol em tampão fosfato (0,05 M; pH 7,0) e 100 µL do extrato enzimático.

A atividade da peroxidase foi determinada através da taxa de absorvância em 485 nm, em uma solução contendo 2,7 mL de tampão fosfato (0,05 M; pH 7,0), 200 µL de solução 1% de fenilenediamina, 100 µL de solução de peróxido de hidrogênio (1,5%) e 25 µL do extrato enzimático.

As atividades enzimáticas foram calculadas com base na inclinação da porção linear da curva de alterações de absorvância plotadas em função do tempo (até 3 min) e foram expressas como alterações na absorvância por minuto e por grama (CANO et al., 1997).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com esquema fatorial 4 x 6 e três repetições, totalizando 72 amostras, tendo como unidade experimental uma embalagem do produto. As diferenças significativas entre os níveis dos efeitos principais (tratamento e dias de armazenamento) foram comparados pelo teste de comparações múltiplas de médias de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5%. Todas as análises foram

processadas no pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, 1989).

Resultados e discussão

A atividade da polifenoloxidase aumentou durante o período de armazenamento para todas as amostras. A máxima atividade da enzima foi observada no tratamento 3, solução de quitosana convencional, que apresentou valores mais elevados durante todo o armazenamento, alcançando valores de até $13,11 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Os demais tratamentos apresentaram valores máximos de $11,2 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para o controle e $10,3 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para fatias tratadas com as soluções coloidais de nanopartículas de quitosana (140 nm e 300 nm). O mesmo comportamento foi observado por ROJAS-GRAÜ et al. (2006), que encontraram progressivo escurecimento enzimático das fatias durante o tempo de armazenamento quando avaliaram diversas coberturas comestíveis em maçãs minimamente processadas.

O tratamento com solução de quitosana convencional apresentou a maior atividade enzimática. O controle apresentou a menor atividade da polifenoloxidase ($5,27 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$) e o tratamento 1 apresentou a menor atividade da peroxidase ($36,73 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$). As soluções contendo as nanopartículas de quitosana foram responsáveis pela maior inibição do escurecimento enzimático das fatias em relação ao tratamento com quitosana convencional. A solução contendo nanopartículas 140 nm apresentou os menores valores de atividade da peroxidase, variando de 24,5 a $48,5 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

Conclusões

Os resultados evidenciaram que os tratamentos à base de quitosana nanoestruturada foram mais eficazes na inibição do escurecimento enzimático do que o tratamento com solução convencional de quitosana.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Finep, Capes e Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa.

Referências

CANO, M.P.; ANCOS, B.; MATALLANA, M.C.; Differences among Spanish and Latin-American banana

cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. *Food Chemistry*, v.59, n.3, p.411-419, 1997.

DUCAMP-COLLIN, M. N.; REYES, M.; LEBRUN, M.; FREIRE, M. Fresh-cut mango fruits: evaluation of edible coatings. *Acta Horticulturae*, v. 820, p. 761–767, 2009.

JACOMINO, A. P. et al. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: SIMPOSIUM “ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EM IBEROAMÉRICA”, San José, Costa Rica, 2004.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, v. 28, n. 1, p. 1-30, 1989.

KESTER, R.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: A review. *Food Technology*, Champaign, v. 40, p. 47-59, 1986.

MOURA, M.R. de; AOUADA, F.A.; AVENA-BUSTILLOS, R.J.; McHUGH, T.H. KROCHTA, J.M.; MATTOSO, L.H.C. Improved barrier and mechanical properties of novel hydroxypropyl methylcellulose edible films with chitosan/tripolyphosphate nanoparticles. *Journal of Food Engineering*, v.92, p.448–453, 2009.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; SOBRINO-LÓPEZ, A.; SOLEDAD TAPIA, M.; MARTÍN-BELLOSO, O. Browning inhibition in fresh-cut ‘fuji’ apple slices by natural antibrowning agents. *Journal of Food Science*, 71: S59–S65, 2006.

SAS INSTITUTE. SAS/IML Software: usange and reference, version 6. Cary, 501 p., 1989.

SRINIVASA, P.C.; RAMESH, M.N.; PRASHANTH, K.V.H.; THARANATHAN, R.N. Storage studies of mango packed using biodegradable chitosan film. *European Food Research and Technology*, v. 215, p 504–508, 2002.

WANG, X.; YAN, Y.; YOST, M. J.; FANN, S. A.; DONG, S.; LI, X. Nanomechanical characterization of micro/nanofiber reinforced type I collagens. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, Hoboken, v. 83A, n. 1, p. 130-135, 2007.