



PROCESSAMENTO MÍNIMO DE SOLANUM TUBEROSUM L., MUSA PARADISIACA L., BETA VULGARIS L., PYRUS MALUS L. E ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO PÓS-CONDICIONAMENTO

MINIMUM PROCESSING OF SOLANUM TUBEROSUM L., MUSA PARADISIACA L., BETA VULGARIS L., PYRUS MALUS L. AND POST CONDITIONING ENZYMATIC BROWNING

Cleverson Matias dos Santos¹, Anderson Aparecido da Silva², Daniela Aparecida Freitas¹, Julia Peres Gonçalves¹, Lucélia Assunção do Prado¹

¹Acadêmico no curso de Agronomia, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade de Ituiutaba - cleversonmds20@gmail.com;

²Tecnólogo em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade de Ituiutaba.

Info

Recebido: 11/2020

Publicado: 03/2021

DOI: 10.37951/2358-260X.2021v8i1.4879

ISSN: 2358-260X

Palavras-Chave

Qualidade, armazenamento, frutas, verduras, enzimas.

Keywords:

Quality, storage, fruits, vegetables, enzymes.

Resumo

A qualidade visual das frutas e verduras está relacionada com a aceitação do consumidor, bem como deformações e coloração imprópria. O objetivo desse trabalho foi aplicar a tecnologia de processamento mínimo em frutas e hortaliças, avaliar a qualidade dos produtos aplicando diferentes métodos de conservação e embalagens, e estudar as formas de minimizar o escurecimento enzimático. O experimento foi conduzido no município de Ituiutaba, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 3 tratamentos (controle, branqueamento e ácido cítrico 1%) e 4 repetições. As frutas e verduras foram selecionadas conforme a ausência de injúrias e higienizadas em solução com hipoclorito de sódio (150 ppm por 15 minutos), as vasilhas e utensílios em 200 ppm por 10 minutos; 20 ppm por 10 minutos e 1 ppm por 10

minutos. Após 7 dias atribuiu-se notas para escala visual, sendo: 1 – ótimo (com frescor e boa aparência); 2 – bom (com frescor e aparência levemente prejudicada); 3 – regular (pouco frescor e aparência prejudicada, porém ainda em condições de ser comercializado); e 4 – péssimo (não-comercial). A batata e beterraba não deterioraram 100% nos tratamentos; a maçã-verde e a banana deterioraram antes do prazo de 7 dias para alguns tratamentos. Sob esses aspectos, pôde-se concluir, portanto, que a validade de 7 dias poderia ser atribuída à batata (*Solanum tuberosum* L.), maçã-verde (*Pyrus malus* L.) e a banana (*Musa paradisíaca* L.) para o tratamento com ácido cítrico 1%; para a beterraba (*Beta vulgaris* L.) a validade de 7 dias poderia ser atribuída ao tratamento por meio de branqueamento.

Abstract

The visual quality of fruits and vegetables is related to consumer acceptance, as well as deformations and improper coloring. The objective of this work was to apply the technology of minimum processing in fruits and vegetables, to evaluate the quality of the products applying different methods of conservation and packaging, and to study the ways to minimize the enzymatic darkening. The experiment was conducted in Ituiutaba, the design used was entirely randomized with 3 treatments (control, bleaching and citric acid 1%) and 4 repetitions. The fruits and vegetables were selected according to the absence of injuries and sanitized in solution with sodium hypochlorite (150 ppm for 15 minutes), the vessels and utensils in 200 ppm for 10 minutes; 20 ppm for 10 minutes and 1 ppm for 10 minutes. After 7 days it was attributed notes for visual scale, being: 1 - great (with freshness and good appearance); 2 - good (with freshness and slightly damaged appearance); 3 - regular (little freshness and damaged appearance, but still in conditions to be commercialized); and 4 - terrible (non-commercial). Potatoes and beets did not deteriorate 100% in the treatments; the green apple and banana deteriorated before the 7-day deadline for some treatments. Under these aspects, it could be concluded, therefore, that the validity of 7 days could be attributed to potatoes (*Solanum tuberosum* L.), green apples (*Pyrus malus* L.) and bananas (*Musa paradisíaca* L.) for the treatment with citric acid 1%, while for beets (*Beta vulgaris* L.) the validity of 7 days could be attributed to the treatment through bleaching.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade visual de frutas e hortaliças estão diretamente relacionadas com a aceitação do consumidor; aspecto visual indesejado, deformações geométricas, fissuras na superfície ou até coloração imprópria constituem fontes de perdas pós-colheita (SILVA *et al.*, 2009). De acordo com a FAO (2019), a América Latina e o Caribe são responsáveis diretos por cerca de 20% da comida desperdiçada no mundo. As condições inadequadas de armazenamento, aliada com as decisões errôneas tomadas nos estádios iniciais da cadeia de abastecimento auxiliam para o aumento significativo de perdas e diminuição do prazo de validade de alguns produtos.

Algumas técnicas como branqueamento e imersão em ácido cítrico concentrado são eficientes para a minimização de perdas e aumento na validade de alguns produtos. Frutas e hortaliças requerem atenção especial, por possuírem em sua composição grupos de enzimas que causam alterações nos alimentos (SILVA *et al.*, 2020). Melo (2015) destaca que um dos fatores mais importantes que determinam a qualidade dos frutos e hortaliças é a manutenção da cor natural.

Os produtos minimamente processados são resultados de aumento na demanda por produtos frescos e fáceis de consumir, como vantagem pode-se citar a redução no tempo de preparação, rápido consumo e menos desperdício; como desvantagem, a vida útil é menor quando comparado com produtos que não passaram por etapas de processamento (AMARAL, 2015). Temperaturas mais baixas no armazenamento é tido como um fator desejável do ponto de vista da extensão da vida útil, apesar de ser dada atenção especial aos efeitos indesejáveis dessas temperaturas, devido ao acúmulo dos açúcares redutores que têm a tendência de aprimorar as reações de escurecimento não-enzimáticas (NOURIAN, RAMASMAWY e KUSHALAPPA, 2003; AMARAL, 2015).

O ácido cítrico é o principal agente acidulante utilizado na indústria alimentícia para prevenir o escurecimento, devido a sua capacidade de bloquear a atividade da enzima tirosinase através da sua ação quelante e da redução do pH. Além disso, ele é sensorialmente aceito pela maioria dos consumidores quando usado em concentrações reduzidas (MODA *et al.*, 2005; ROCCULI *et al.*, 2007; AMARAL, 2015). Ele é o principal ácido orgânico de frutas e hortaliças, e tem apresentado resultados satisfatório quando aplicado em produtos minimamente processados por imersão e associação com outros ácidos. Esses resultados têm relação com a prevenção do escurecimento enzimático e na redução da carga microbiana (WILEY, 1994; AHVENAINEN, 1996; LEE *et al.*, 2003; LIMBO e PIERGIOVANNI, 2007; CALDER *et al.*, 2011; CHIUMARELLI *et al.*, 2011; AMARAL, 2015).

Esse trabalho tem por objetivo aplicar a tecnologia de processamento mínimo em frutas e hortaliças, avaliar a qualidade dos produtos aplicando diferentes métodos de conservação e embalagens, e o escurecimento enzimático pós-condicionamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Ituiutaba, em parceria com a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) sob coordenadas: 18°58'17.64"S e 49°26'51.12"O. O clima da região é considerado quente e úmido de acordo com a classificação de Koppen. A descrição dos materiais e insumos usados são observados no Quadro 1. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 3 tratamentos (controle, branqueamento e ácido cítrico 1%) e 4 repetições.

As frutas e verduras foram selecionadas de acordo com a ausência de injúrias, estragos, etc. Realizou-se a lavagem dos insumos em água corrente, detergente neutro e esponja para retirada das sujidades

mais grosseiras, posterior ao enxágue os produtos foram imergidos em solução de hipoclorito de sódio 150 ppm por um período de 15 minutos para sanitização (segundo-se o rótulo de diluição da água sanitária (2,5% de cloro ativo)). Os utensílios (vasilhas, facas, tábuas, escorredores, etc.) também foram higienizados com solução de hipoclorito de sódio 200

ppm por 10 minutos. Os produtos foram descascados manualmente e procedeu-se com os cortes, sendo: Batatas e beterrabas – metade cortada em palitos e outra metade em cubos (em tamanhos homogêneos); Maçãs e bananas – metade cortada em fatias e a outra metade cortada em cubos (em tamanhos homogêneos).

Quadro 1. Descrição dos materiais e insumos usados no experimento e quantidade.

Materiais	Quantidade
Vasilhas (bacias)	4
Facas	2
“Tábuas” de corte (vidro ou plástico)	1
Sacos plásticos de polietileno	12
Panela	1
Peneira grande	2
Papel toalha	1 rolo
Insumos	Quantidade
Batata	600 g
Maçã-verde	600 g
Banana	800 g
Beterraba	600 g
Água gelada	2L
Suco de limão puro	400 mL
Gelo	
Água sanitária	1 unidade

Os vegetais foram enxaguados com solução de hipoclorito de sódio 20 ppm (diluído a partir da solução de 200 ppm) durante 10 minutos. Realizou-se um novo enxague em solução de hipoclorito de sódio 1 ppm durante 10 minutos (diluído a partir da solução de 20 ppm). Logo após aplicou-se os seguintes métodos de conservação dos produtos: A) Sem tratamento (controle); B) Branqueamento – batata e beterraba por 4 minutos em água fervente, maçãs por 3 minutos e banana por 1 minuto; C) Ácido cítrico 1% (suco de limão puro) – durante 5 minutos realizando furos com auxílio de um garfo. Os mesmos foram resfriados em água gelada (banho de gelo) por 1 minuto (tratamento B), foi realizada a eliminação de excesso de umidade dos produtos e posteriormente o armazenamento em embalagem plástica. Depois da realização dos métodos de conservação, os produtos foram separados e acondicionados em embalagem plástica, e armazenados

sob refrigeração. As avaliações das características aconteceram após 7 dias (utilizando a escala visual). A escala visual foi avaliada da seguinte forma: 1 – ótimo (com frescor e boa aparência); 2 – bom (com frescor e aparência levemente prejudicada); 3 – regular (pouco frescor e aparência prejudicada, porém ainda em condições de ser comercializado); e 4 – péssimo (não-comercial).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o armazenamento dos produtos, avaliou-se as características e realizou-se a classificação conforme a escala visual ao longo dos dias. As figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6 mostram os resultados para cada tratamento conforme pode-se notar abaixo.

3.1 Batata (*Solanum tuberosum* L.)

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um produto que apresenta aumento crescente na comercialização, no entanto a indústria de processamento tem encontrado dificuldades na manutenção da qualidade dos produtos. Isso ocorre devido a alterações organolépticas, relativas à suscetibilidade deste tubérculo ao escurecimento enzimático que é tido como um fator limitante à sua vida útil (AMARAL, 2015).

Observou-se que durante o primeiro dia todos os tratamentos partiram com nota 1. No segundo dia, o frescor manteve, no entanto os tratamentos apresentaram coloração opaca. No terceiro dia foi

possível observar uma mudança brusca na cor do tratamento B (branqueamento). No quarto dia, o tratamento A (testemunha) começou a escurecer, o tratamento B intensificou a mudança na coloração e o C (ácido cítrico 1%) manteve o frescor e cor. No quinto dia o tratamento A intensificou o escurecimento e o tratamento B começou a perder o frescor. No sexto dia manchas de escurecimento começou a aparecer no tratamento C e manteve seu frescor. No sétimo dia o tratamento A na escala visual fica com a nota 2 = bom, o tratamento B fica com a nota 3 = regular e o tratamento C fica com a nota 1 = ótimo.

Figura 1. Tratamentos em batata: A (Testemunha em solução de hipoclorito de sódio), B (branqueamento – choque térmico), C (Solução de ácido cítrico) e D (primeiro dia de armazenagem em sacos plásticos para posterior armazenagem em ambiente resfriado).



Figura 2. Tratamentos após: 3 dias (A), 7 dias – tratamento controle (B), 7 dias – branqueamento (C), 7 dias – em solução de ácido cítrico 1% (D).



O armazenamento de batatas a 15 °C só é possível durante o período de 5 dias, independente do tratamento, em virtude do excesso de acúmulo de água dentro da embalagem, que é responsável também por odores e um número alto de manchas escuras no produto (VITTI *et al.*, 2011).

3.2 Banana (*Musa paradisiaca* L.)

Observou-se que na banana os tratamentos com a duração de 3 dias já se apresentavam muito alterados. O experimento foi interrompido para os tratamentos A e B. Com relação ao tratamento C, percebeu-se um resultado muito melhor e o mesmo permaneceu praticamente inalterado em qualidade visual (cor) e

olfativa (cheiro). Dessa forma, atribui-se aos tratamentos: A = nota 4 (péssimo) pois com três dias já estava muito escuro e com cheiro inadequado; B = nota 4 (péssimo), neste tratamento houve em aspecto visual uma coloração mais escura que o tratamento A; C = nota 2 (bom), esse não houve muita alteração na cor, ficando praticamente sem alterações.

Primo *et al.*, (2018) estudando o processamento em batata, banana e brócolis mostram que o branqueamento e a adição de ácidos nos alimentos de origem vegetal apresentaram-se como eficientes na redução do escurecimento enzimático em frutas e hortaliças congeladas.

Figura 3. Tratamentos de banana: A (Testemunha com 3 dias); B (Branqueamento com 3 dias); C1 (ácido cítrico com 3 dias), e C2 (ácido cítrico com 7 dias).



O tratamento com ácido não inativa totalmente as enzimas, mas retarda a sua ação, fazendo a velocidade do escurecimento reduzir (PRIMO *et al.*, 2018).

3.3 Beterraba (*Beta vulgaris* L.)

Para os tratamentos A e C observou-se alterações a partir do 3º dia ficando com cheiro um pouco forte, a coloração também ficou um pouco alterada tendendo a cor branca/congelada. O tratamento B (branqueamento) não apresentou alterações em

nenhum dos dias que foi avaliado, tanto cor, como frescor permaneceram inalterados nos 1,2,3,4,5,6 e 7 dias. Com relação a avaliação, atribuiu-se as notas: 4 (péssima) para os tratamentos A e C em virtude de seu frescor que apresentou alteração muito brusca, a coloração apresentou alteração e não é recomendado para comercialização; com relação ao tratamento B, atribuiu-se a nota 1 (ótimo) pois se apresentou com frescor e boa aparência.

Figura 4. Tratamento de beterraba A (testemunha com 5 dias), B (branqueamento com 5 dias) e C1 e C2 (ácido cítrico com 5 dias).



Figura 5. Tratamentos de beterraba com 7 dias: A (testemunha), B (branqueamento) e C1 e C2 (ácido cítrico).



3.4 Maçã-verde (*Pyrus malus* L.)

Os tratamentos A e C (testemunha e ácido cítrico) obtiveram os melhores resultados, sem perder consistência, cor, e mantiveram um frescor. Com relação ao tratamento B (branqueamento), perdeu a

partir do 5º dia a consistência, e com 7 dias, houve alteração na cor. Nesse sentido, optou-se por dar as notas 1 (ótima) para o tratamento C, 2 (boa) para o tratamento A e 4 (péssimo) para o tratamento B tendo em vista a perda de consistência, e alteração na cor.

Figura 6. Tratamentos de maçã-verde: A (3º dia: controle, branqueamento e ácido cítrico); B (7º dia: controle, branqueamento e ácido cítrico).



Nogueira (1973) destaca que o escurecimento que ocorre em maçã é resultado de oxidações enzimáticas, a maioria das reações enzimáticas que causam escurecimento em frutas são catalisadas pela polifenol oxidase. O branqueamento atua conjuntamente com o pH da maçã que está entre 3 e 5 para inibir o escurecimento enzimático, esse tratamento é de fácil aplicação e de baixo custo (SILVA *et al.*, 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A batata (*Solanum tuberosum* L.) pode ser atribuída a validade de 7 dias para os tratamentos A (controle) e C (ácido cítrico 1%). A banana (*Musa paradisíaca* L.) não poderia ser atribuída a validade de 7 dias para os tratamentos A e B, porém para o tratamento C poderia atribuir a validade de 7 dias. A beterraba (*Beta vulgaris* L.) poderia atribuir a validade de 7 dias para o tratamento B (branqueamento) pois apresentou um resultado excelente, sem alteração na cor e permanecendo com cheiro excelente. No caso da maçã-verde (*Pyrus malus* L.), os resultados foram muito parecidos com os da

batata, sendo atribuída também a validade de 7 dias para os tratamentos A e C.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHVENAINEN, R. New Approaches in Improving the Shelf Life of Minimally Processed Fruit and Vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 07, n. 06, p. 179-187, Jun, 1996.
- AMARAL, R.D.A. **EFEITO DE INIBIDORES DE ESCURECIMENTO NA QUALIDADE DE BATATAS MINIMAMENTE PROCESSADAS**. 2015, 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- CALDER, B.L.; KASH, E.A.; DAVIS-DENTICI, K.; BUSHWAY, A. A. Comparison of Sodium Acid Sulfate to Citric Acid to Inhibit Browning of Fresh-Cut Potatoes. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 03, p. S164-S169, 2011.
- CHIUMARELLI, M.; FERRARI, C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; HUBINGER, M.D. Fresh cut 'Tommy Atkins' mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch or sodium

- alginate. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 12, n. 03, p. 381–387, 2011.
- Food of agriculture organization. **América Latina e Caribe são os responsáveis por 20% da comida perdidos e desperdiçados em todo o mundo, desde a pós colheita até o comércio varejista**. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1238357/>>. Acesso em 15 de setembro de 2020.
- LEE, J.Y.; PARK, H.J.; LEE, C.Y.; CHOI, W.Y. Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. **LWT - Food Science and Technology**, v. 36, n. 03, p. 323–329, 2003.
- LIMBO, S.; PIERGIOVANNI, L. Minimally processed potatoes: part 2. Effects of high
- MELO, M.A. **Aplicação de Métodos de Inativação e Inibição Enzimática em Frutas e Hortaliças**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual da Paraíba. 42 p. 2015.
- MODA, E.M.; SPOTO, M.H.F.; HORII, J.; ZOCCHI, S.S. Uso de peróxido de hidrogênio e ácido cítrico na conservação de cogumelos *Pleurotus sajor-caju* 'in natura'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 291-296, 2005.
- NOGUEIRA, J.N. INFLUÊNCIA DE ALGUNS MÉTODOS DE CONTROLE DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO NAS PROPRIEDADES ORGANOLÉTICAS DA MAÇÃ OHIO BEAUTY CONSERVADA POR CONGELAÇÃO E LIOFILIZAÇÃO. São Paulo. **Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"**, vol. XXX, p. 255-266, 1973.
- NOURIAN, F.; RAMASWAMY, H.S.; KUSHALAPPA, A.C. Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. **LWT - Food Science and Technology**, v. 36, n. 01, p. 49–65, 2003.
- oxygen partial pressures in combination with ascorbic and citric acid on loss of some quality traits. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, n. 02, p. 221–229, 2007.
- PRIMO, M.C.; NUNES, L.L.; TROMBETA, F.C.; FLOR, G.L.F.; PAIVA, L.A.; FERREIRA, P.F. EFEITO DO BRANQUEAMENTO E IMERSÃO EM ÁCIDO CÍTRICO NO CONGELAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. **Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre**, v. 2, n. 9, p. 1-6, 2018.
- ROCULLI, P.; GALINDO, F.G.; MENDOZA, F.; WADSO, L.; ROMANI, S.; ROSA, M.D.; SJOHOLM, I. Effects of the application of antibrowning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, n. 01, p. 151–157, 2007.
- SILVA, E.V.C.; SILVA, J.B.; HONORATO, A.J.M.; GARCIA, S.M.M.; SILVA, N.S.; SILVA, S.B.; FARIAS, F.S. Aplicação do algoritmo k-nearest neighbor para classificação de métodos de controle enzimático em frutas. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 10819-10830 mar. 2020.
- SILVA, M.V.; ROSA, C.L.L.F.; VILAS BOAS, E.V.B. CONCEITOS E MÉTODOS DE CONTROLE DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO NO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. **B.CEPPA**, Curitiba v. 27, n. 1, p. 83-96 jan./jun. 2009.
- VITTI, M.C.D.; SASAKI, F.F.; MIGUEL, P.; KLUGE, R.A.; MORETTI, C.L. Activity of Enzymes Associated with the Enzymatic Browning of Minimally Processed Potatoes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, n. 05, p. 983-990, 2011.
- WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman e Hall, 368 p., 1994.