https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2020

Utilização de cobertura comestível em manga minimamente processada

Use of edible coating on minimally processed mango

Ígor Henrique de Mello Rodrigues Ciolin
igorciolin@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Gláucia Cristina Moreira
gcmoreira@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Carolina Castilho Garcia
carolinacgarcia@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Daiane Cristina Lenhard
daianelenhard@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.
Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO

O processamento mínimo de frutas visa conservar a qualidade, possibilitando que o aspecto natural seja mantido até o seu consumo, no entanto, processos metabólicos e enzimáticos começam a ocorrer mais aceleradamente e consequentemente diminui a sua vida útil, como forma de minimizar esses problemas, destaca-se a utilização de coberturas comestíveis. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de coberturas comestíveis preparadas com pectina de alta metoxilação (PEC) e proteína isolada do soro do leite (WPI) em mangas minimamente processadas e refrigeradas. Durante o armazenamento foram realizadas análises de perda de massa, pH, firmeza, cor, acidez titulável, teor de sólidos solúveis e atividade de água. Foram realizados três tratamentos: controle (C) – sem aplicação de cobertas, tratamento 1 (T1) – cobertura de WPI + PEC em pH 3,0 e tratamento 2 (T2) – cobertura de WPI + PEC em pH 7,0. Após as análises, verificou-se que T1 foi eficiente na conservação dos atributos, alcançando valores bem próximos aos do tratamento controle (C), já T2, não foi uma cobertura eficiente para preservação dos frutos, apresentando alta perda de massa e mudanças perceptíveis nos aspectos físicos e químicos ao final do período de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: Frutas. Pectina. Proteínas.

ABSTRACT

The minimum processing of fruits aims to preserve the quality, allowing the natural aspect to be maintained until its consumption, however, metabolic and enzymatic processes start to occur more quickly and consequently decrease its useful life, as a way to minimize these problems, the use of edible coatings stands out. This study aimed to evaluate the use of edible coatings prepared with high methoxylation pectin (PEC) and isolated whey protein (WPI) on minimally processed and refrigerated mangoes. During storage, mass loss, pH, firmness, color, titratable acidity, soluble solids content and water activity analyzes were performed. Three treatments were carried out: control (C) - without coating, treatment 1 (T1) - coating of WPI + PEC at pH 3.0 and treatment 2 (T2) - coating of WPI + PEC at pH 7.0. After the analyzes, it was found that T1 was efficient in the conservation of the attributes, reaching values very close to those of the control treatment (C), whereas T2, it was not an efficient coating for the preservation of the fruits, presenting high mass loss and noticeable changes in physical and chemical aspects at the end of the storage period.

KEYWORDS: Fruits. Pectin. Proteins.

INTRODUÇÃO

Como resultado da crescente demanda mundial, da busca por qualidade de vida e conscientização sobre os seus benefícios sobre a saúde humana, a produção mundial de frutas tem aumentando significativamente nos últimos tempos (SAATH; FACHINELLO, 2018).

De acordo com o Departamento de Economia Rural do Governo do Estado do Paraná, em 2017, o Brasil foi considerado como o terceiro maior produtor mundial de frutas com cerca de 39,9 milhões de toneladas ao ano, das quais 65% são comercializadas no mercado interno e 35% são exportadas (DERAL, 2020).

O processamento mínimo visa fornecer um produto com aspecto o mais próximo possível da fruta *in natura* sendo essencial que sejam mantidos em refrigeração a fim de prolongar o tempo de estocagem e minimizar as injúrias provocadas pelo processamento (RINALDI; BENEDETTI; CALORE, 2005).

Estudos recentes apontam a utilização de coberturas comestíveis como uma alternativa promissora de atmosfera modificada para conservação de frutas e hortaliças (GUIMARAES et al., 2018). Esta técnica consiste na utilização de materiais químicos ou biológicos como uma camada de revestimento sobre a superfície dos produtos a qual pode ser consumida como parte do produto (BALDWIN; HAGENMAIER; BAI, 2011). Também, é responsável por prevenir a troca gasosa entre o conteúdo celular interior e o meio ambiente e interromper o processo de amadurecimento (MARINGGAL et al., 2020). Entre os efeitos físico-químicos de sua aplicação destacam-se a manutenção da firmeza, aumento da acidez, aumento no teor de sólidos solúveis, retenção de vitamina C, diminuição da perda de massa e manutenção da cor, bem como a redução de atividade enzimática (JONGSRI et al., 2016; MARINGGAL et al., 2020).

Com base no exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a aplicação de coberturas comestíveis elaboradas a partir de pectina e proteína isolada do soro do leite em mangas minimamente processadas e armazenadas sob refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

As mangas da cultivar *Tommy Atkins* foram selecionadas e lavadas com água e detergente neutro, imersas durante 5 minutos em água a 5 °C com 200 $mg \cdot L^{-1}$ de hipoclorito de sódio (pH 6,5), descascadas e picadas manualmente em pedaços de 2,0 x 2,0 cm. Após o corte, as frutas minimamente processadas foram imersas novamente por 1 minuto em solução a 5 °C com 200 $mg \cdot L^{-1}$ de hipoclorito de sódio (pH 6,5) e em seguida drenadas para a aplicação das coberturas.

Para o preparo das coberturas comestíveis de PEC (pectina de alto teor de metoxilação) + WPI (*Isolated Whey Protein*) foi utilizada a metodologia adaptada de Silva et al. (2018). Para o tratamento 1 (T1) o pH da cobertura foi ajustado para 3,0 utilizando-se uma solução de ácido clorídrico (HCl 20 %) e para o tratamento 2 (T2) o pH da cobertura foi ajustado para 7,0 utilizando-se uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 20 %). Foi realizada uma amostra controle (C) – sem aplicação das coberturas – para servir de contra-prova aos tratamentos T1 e T2.

As coberturas foram aplicadas sobre as frutas minimamente processadas depois de resfriadas. Após a aplicação das coberturas, as frutas foram

acondicionadas em embalagens de poliestireno expandido com dimensões de 3 cm de altura x 10 cm de comprimento x 10 cm de largura e recobertas com filme de polietileno de 15 mm de espessura, com aproximadamente 80 g cada e armazenadas sob refrigeração a 4 ºC durante 10 dias.

Foram realizadas as análises físico-químicas descritas abaixo para acompanhar o desempenho das coberturas comestíveis.

A perda de massa foi quantificada pesando-se dez bandejas de cada tratamento contendo aproximadamente 80 g de frutas minimamente processadas em balança semi-analítica.

A firmeza foi determinada em um texturômetro universal modelo TA-HD PLUS (Stable Microsystems, Godalming – Surrey, UK), de acordo com a método 74-09 (AACC, 1986). Foram avaliadas oito replicatas.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado em triplicata por leitura direta em medidor de pH/mV de bancada (HANNA® instruments, pH 21, Tamboré Barueri – São Paulo, Brasil), calibrado com soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0.

A acidez titulável foi determinada em triplicata por meio da titulação de 5 g de polpa homogeneizada e diluída em 100 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador do ponto de viragem, fenolftaleína.

A cor foi determinada em triplicata através de colorímetro (Konica Minolta, Japão), avaliando-se as coordenadas L* (*lightness* – luminosidade); a* (*greeness* – esverdeado/*redness* – avermelhado) e b* (*blueness* – azulado/*yellowness* – amarelado). Os parâmetros L*, a* e b* foram determinados de acordo com a *International Commission on Illumination* (CIE, 1996).

A análise de atividade de água foi realizada em triplicata com auxílio do equipamento medidor de atividade de água (AquaLab, São José dos Campos – SP, Brasil).

O teor de sólidos solúveis (ºBrix) foi determinado em triplicata por leitura direta em refratômetro portátil (Instrutherm, RT – 280, São Paulo – Capital, Brasil), calibrado com água destilada.

Os resultados obtidos foram tratados com auxílio dos softwares Excel (Office, 2019) e STATISTICA 7.0, expressos na forma de média ± desvio padrão, posteriormente, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em um intervalo de confiança de 95 % ($p \leq 0,05$) e, para os estatisticamente significativos, aplicou-se o teste de Tukey, baseado na diferença entre médias para verificar a existência de diferenças significativas entre as amostras avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de umidade, em sua maior parte, causada pela transpiração, está diretamente relacionada à perda de qualidade, tanto quantitativa quanto qualitativa, de frutas e hortaliças (KADER, 1992). De acordo com Shiri et al. (2013) essas perdas estão relacionadas principalmente à taxa de respiração e à evaporação da umidade das frutas. A partir dos resultados obtidos verificou-se que a perda de massa aumentou gradualmente para todos os tratamentos estudados

com o aumento do período de armazenamento. Neste trabalho, os valores de perda de massa variaram de 1,24 a 4,75 % para TC, de 1,13 a 4,90 % para T1 e de 1,74 a 8,14 % para T2.

As maiores perdas foram encontradas para os frutos do T2 a partir do 2º dia de armazenamento e as menores para TC e T1. Para todas as amostras avaliadas foram identificadas diferenças estatísticas significativas entre as médias para os dias de armazenamento, entretanto, somente os frutos do T2 apresentaram diferenças estatísticas significativas com relação aos demais (tratamentos C e T1).

Em relação ao pH, foi possível verificar que as maiores variações ocorreram nos frutos do T1 com o decorrer dos dias de armazenamento, atingindo seu menor valor (3,59 ± 0,10) no 8º dia. Os frutos dos tratamentos TC e T2 não apresentaram diferenças estatísticas significativas com o decorrer dos dias de armazenamento.

Para a variável firmeza, verificou-se que, em geral, seu valor aumentou gradualmente com o aumento dos dias de armazenamento, exceto, para os frutos do T2, o qual, a partir do 8º dia de armazenamento apresentou um decréscimo significativo. Segundo Chitarra e Chitarra (1990) e Anthon et al. (2002) o aumento da firmeza pode estar relacionado a processos fisiológicos das frutas, transformações do amido, grau de maturação, acúmulo de açúcares, entre outros.

Neste trabalho, observou-se aumento na firmeza possivelmente causada pelo acúmulo de açúcares, verificado pelo aumento do teor de sólidos solúveis com os dias de armazenamento, já a redução da firmeza pode ser resultante da perda excessiva de água dos tecidos e da intensificação da atividade enzimática. Entre os resultados obtidos, o maior valor encontrado para a firmeza foi para os frutos do TC (68,94 ± 9,75) e o menor para os do T2 (23,42 ± 4,51), ambos, ao final do período de armazenamento (dia 10). O maior ganho de firmeza foi encontrado entre os dias 4 e 6 para os frutos do TC e a maior perda foi verificada para os do T2, entre os dias 6 e 10.

A partir dos resultados obtidos observou-se pequenas variações nos valores da acidez para todos os tratamentos estudados com o decorrer dos dias de armazenamento. Para os frutos do TC, o menor valor encontrado foi de 0,44 ± 0,04 (dia 0) e o maior foi de 0,52 ± 0,01 e 0,52 ± 0,02 (dias 2 e 4). Já os frutos do T1, o menor valor encontrado foi de 0,43 ± 0,01 (dia 0) e o maior foi de 0,64 ± 0,02 (dia 2), sendo este, também, o maior valor encontrado entre todos os tratamentos avaliados. Enquanto que para os frutos do T2 observou-se 0,47 ± 0,04; 0,47 ± 0,01 e 0,47 ± 0,01 como menor valor (dias 0, 2, 4 e 10) e 0,50 ± 0,02 (dia 6) como maior valor.

Essa variação nos valores da acidez pode ser explicada pelo consumo dos ácidos orgânicos na respiração (diminuição na acidez) juntamente com conversão de açúcares em ácidos orgânicos (aumento nos valores da acidez) durante o período de armazenamento (ROURA; DAVIDOVICH; DEL VALLE, 2000).

A partir dos resultados obtidos foi possível verificar que os valores de *L não diferiram estatisticamente entre os frutos dos tratamentos avaliados, entretanto, as médias de TC com o decorrer dos dias de armazenamento apresentaram diferenças estatísticas significativas entre o 6º e o 8º dia. Para o componente colorimétrico L* os valores variaram de 45,38 ± 2,42 a 52,61 ± 2,29 para os frutos do TC, de 46,00 ± 2,67 a 53,41 ± 5,37 para os do T1 e de 44,45 ± 1,99 a 52,54 ± 4,42

para T2, sendo que, os valores mais altos indicam maior refração de luz e, portanto, frutos com coloração mais clara.

Com relação aos resultados obtidos para o componente colorimétrico *a, observou-se que no dia 2, os frutos do TC diferiram estatisticamente dos do T2 e, no dia 8, os do T1 diferiram estatisticamente dos do T2. Os valores encontrados neste experimento para o componente colorimétrico a* foram de –5,32 ± 1,26 a -7,73 ± 0,55 para os frutos do TC, de -5,57 ± 0,92 a -7,90 ± 1,23 para os do T1 e de -5,15 ± 0,97 a -6,85 ± 0,35 para os frutos do T2. É possível afirmar que todas as amostras das polpas de mangas minimamente processadas se apresentaram nas regiões do verde já que a leitura do colorímetro demonstrou valores negativos para esta coordenada.

Para os valores da cromaticidade *b, as amostras das polpas de mangas minimamente processadas apresentaram valores entre 38,15 ± 4,06 a 45,91 ± 1,08 para TC, de 35,97 ± 1,48 a 45,48 ± 4,76 para T1 e de 37,06 ± 1,78 a 45,90 ± 6,43 para T2, indicando coloração amarela nas polpas. Entre os tratamentos, os frutos do TC diferiram estatisticamente dos do T1 no 4º dia de armazenamento e apenas os frutos do T1 diferiram estatisticamente com o decorrer dos dias de armazenamento, apresentando diferença entre o 4º e o 8º dia.

Ao avaliar-se o teor de sólidos solúveis, foi possível verificar que os frutos de todos os tratamentos apresentaram tendência ao aumento do teor de sólidos com o decorrer dos dias de armazenamento. Para T1, o maior valor foi encontrado nos frutos para o dia 10 (20,7 ºBrix) e o menor para o dia 0 (19,3 ºBrix). Para T2, o valor do teor de sólidos solúveis dos frutos aumentou gradualmente com o decorrer dos dias de armazenamento, variando de 19,7 a 20,3 ºBrix. O menor teor de sólidos solúveis foi verificado para os frutos do TC no dia 0 de armazenamento (19,0 ºBrix).

Apenas os frutos do TC apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os dias de armazenamento, sendo o maior valor encontrado no dia 10 (20,3 ºBrix), entretanto, nenhuma amostra apresentou diferenças estatistícas significativas entre os valores dos tratamentos. Ainda, segundo Abu-Shama, Abou-Zaid e El-Sayed (2020), este aumento no teor de sólidos solúveis pode ser devido à conversão de alguns compostos insolúveis em solúveis, como a conversão da protopectina em pectina, ou como resultado da perda de massa das frutas, que foi observada com o decorrer dos dias de armazenamento.

A partir dos dados obtidos, foi possível verificar que as polpas das mangas minimamente processadas apresentaram altos valores para a atividade de água, variando entre 0,99 a 1,00. De acordo com Chitarra e Chitarra (1990), em condições de alta umidade relativa, frequentemente utilizada no armazenamento, há redução do estresse fisiológico, por outro lado, propicia o crescimento e a rápida disseminação de microrganismos. Entre os tratamentos, os frutos do T1 diferiram estatisticamente dos do T2 no 2º dia de armazenamento. Os frutos do TC não apresentaram diferenças estatísticas significativas com o decorrer dos dias de armazenamento. Com relação aos dias de armazenamento, os frutos do T2 diferiram no 4º e no 8º dia e os do T1 diferiram entre o 2º e o 4º comparados ao 8º e 10º dia de armazenamento.

CONCLUSÃO

Ao final dos 10 dias de armazenamento, os frutos do T2 apresentaram maior perda de massa com relação aos do TC e T1. O teor de sólidos solúveis das polpas e a firmeza das mangas minimamente processadas aumentaram gradualmente com o decorrer dos dias de armazenamento, exceto para os frutos do T2. Os frutos de todos os tratamentos apresentaram altos valores de atividade de água, variando entre 0,99 e 1,00. Para os componentes colorimétricos (parâmetros L*, a* e b*), as polpas das mangas minimamente processadas, em geral, não apresentaram diferenças estatísticas significativas, reforçando que as coberturas foram capazes de preservar a cor das frutas.

Por fim, conclui-se que T1 é uma cobertura eficiente para aplicação em mangas minimamente processadas sendo capaz de minimizar a perda de massa e manter as características sensoriais desejadas. Contudo, T2 não foi eficiente na conservação das mangas minimamente processadas, apresentando alta perda de massa e mudanças perceptíveis nos aspectos físicos, químicos e sensoriais, principalmente na firmeza e cor.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se a elaboração das coberturas em faixas de pH menores que 7,0.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira pela estrutura e pelo apoio necessário para a realização do projeto.

REFERÊNCIAS

AACC International. Method 74-09.01, Measurement of bread firmness by universal testing machine. **Approved methods of analysis**, 11 th ed. Published online at http://methods.aaccnet.org. AACC International, St. Paul, MN.

ABU-SHAMA, H. S.; ABOU-ZAID, F. O. F.; EL-SAYED, E. Z. Effect of using edible coatings on fruit quality of Barhi date cultivar. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109262, apr. 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442382030090X?casa_token=wS56imIO72oAAAAA:XziyEZd80bK1QdhAhR8z2RivEvVvlTJlDtCYMi2uqw3hmYqLY5kdNL2rAF2qMkcu9HpMjYkl6g. Acesso em: 08 abr. 2020.

ANTHON, G. E.; SEKINE, Y.; WATANABE, N., BARRETT, D. M. Thermal inactivation of pectin methylesterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 21, p. 6153-6159, sep. 2002. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf020462r. Acesso em: 07 abr. 2020.

BALDWIN, E. A.; HAGENMAIER, R.; BAI, J. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. 2 ed. Florida: CRC Press, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** Fisiologia e Manuseio. 2. ed. Atualizada e ampliada. Lavras: Editora UFLA, 1990. 543 p.

CIE – Commission Internationale de l'Eclairage. Colorimetry. Vienna: CIE publication, 2 ed, 1996.

Departamento de Economia Rural do Governo do Estado do Paraná (DERAL). Divisão de Estatísticas Básicas (DEB) – Levantamento da Produção Agrícola. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Departamento-de-Economia-Rural-Deral. Acesso em: 15 jul. 2020.

GUIMARAES, A.; ABRUNHOSA, L.; PASTRANA, L. M.; CERQUEIRA, M. A. Edible films and coatings as carriers of living microorganisms: a new strategy towards biopreservation and healthier foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 3, p. 594-614, feb. 2018. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1541-4337.12345. Acesso em: 16 mai. 2020.

JONGSRI, P.; WANGSOMBOONDEE, T.; ROJSITTHISAK, P.; SERAYPHEAP, K. Effect of molecular weights of chitosan coating on postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruit. **Lwt**, v. 73, p. 28-36, nov. 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816303103?casa_token=xp6ySKMljg4AAAAA:a9suSsAUxEjd5mTHbsA964VQVCTY3tpXdvZw4fxJuPhHvGCSv5xoZ-pQzzU1K13ETCBFVp2hxQ. Acesso em: 12 jun. 2020.

KADER, A. A. **Postharvest biology and technology**: an overview. Postharvest technology of horticultural crops. 3. ed. Oakland: University of California, 1992. 535 p.

MARINGGAL, B.; HASHIM, N.; TAWAKKAL, I. S. M. A.; MOHAMED, M. T. M. Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh-cut fruits quality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 96, p. 253-267, feb. 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419305771?casa_token=orKRRejBiNoAAAAA:bPlddSqo_a3NrwGa3kVuGuGYZCnidnvcUwWrXuKkXTF7RQdi2ftF--VWd1WRgTCTZY_4cgQmtw. Acesso em: 17 mai. 2020.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 480-486, jul./set. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612005000300015&script=sci_arttext. Acesso em: 16 mai. 2020.

ROURA, S. I.; DAVIDOVICH, L. A.; DEL VALLE, C. E. Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area. **LWT-Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 53-59, feb. 2000. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643899906151. Acesso em: 10 mai. 2020.

SAATH, K. C. D. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212, abr./jun. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032018000200195&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 18 mar. 2020.

SHIRI, M. A.; BAKHSHI, D.; GHASEMNEZHAD, M.; DADI, M., PAPACHATZIS, A.; KALORIZOU, H. Chitosan coating improves the shelf life and postharvest quality of table grape (*Vitis vinifera*) cultivar Shahroudi. **Turkish journal of agriculture and forestry**, v. 37, n. 2, p. 148-156, mar. 2013. Disponível em: https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/abstract.htm?id=13449. Acesso em: 04 jul. 2020.

SILVA, K. S.; FONSECA, T. M. R.; AMADO, L. R.; MAURO, M. A. Physicochemical and microstructural properties of whey protein isolate-based films with addition of pectin. **Food packaging and shelf life**, v. 16, p. 122-128, jun. 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214289417301850?casa_token=KWebdAKndbwAAAAA:EqSGPDpfuNqYL75sSTLVlonVyWuT4ucj5fx0cdkRIDIbbJi5amQSEsYxVEWwjo5iHPvlID6H2Q. Acesso em: 07 jul. 2020.