DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS ATIVAS A BASE DE AMIDO DE MANDIOCA

Nataly Aparecida Vasco (PIBIC/FA), Juliana Bonametti Olivato (Orientador), e-mail: jubonametti@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Ciências Farmacêuticas.

Ciência e Tecnologia de Alimentos; Tecnologia de Alimentos.

Palavras-chave: Óleo essencial, antibacteriano, biodegradável.

RESUMO

A quantidade de resíduos não biodegradáveis aumenta diariamente, levando assim a um grande problema ambiental. A busca por embalagens biodegradáveis a base de produtos naturais vem crescendo de maneira significativa. Para suprir esta busca foram produzidos e caracterizados filmes de amido de mandioca com óleo essencial de tomilho. A microscopia eletrônica de varredura demonstrou uniformidade entre as amostras, não apresentando diferença em sua homogeneidade com a adição do óleo essencial. A permeabilidade dos filmes com 1% de óleo essencial de tomilho e o filme sem adição de óleo essencial de tomilho se demonstraram similares. A formulação 1% de óleo essencial de tomilho foi utilizada no acondicionamento do milho super doce, onde demonstrou potencial antibacteriano apresentando % de acidez inferior às amostras acondicionadas sem óleo, comprovando ser eficiente no aumento da vida útil do milho super doce.

INTRODUÇÃO

A utilização de embalagens plásticas tem demonstrado grande impacto ambiental, pelo fato de não serem biodegradáveis. A pesquisa de materiais produzidos com polímeros naturais como o amido obteve desenvolvimento em grandes proporções, e apresenta resultados satisfatórios, com baixo custo de produção e reduzindo o impacto ambiental por ser biodegradável (SUEIRO *et al*., 2016).

A oxidação lipídica apresenta papel importante na tecnologia dos alimentos, pois causa alterações com odor e sabor característico que são desagradáveis. Atualmente o interesse em substituir o antioxidante sintético por antioxidantes naturais têm sido o foco de inúmeras pesquisas (DEL RÉ; JORGE, 2012).

Além de sua atividade antioxidante o óleo essencial de tomilho apresenta alta concentração de timol e carvacol, compostos com atividade antibacteriana comprovada. Esta ação se dá pela interação de sua porção hidrofóbica com a membrana bacteriana e, alteração da permeabilidade a cátions (hidrogênio e potássio), levando a morte celular (DEL RÉ; JORGE, 2012).

O óleo essencial de tomilho contém o timol, um composto monoterpeno fenólico, que possuí efeito antioxidante. Este age doando hidrogênio para os radicais peróxido, retardando a oxidação lipídica (PEREIRA; MAIA, 2007).

O milho super doce apresenta baixa demanda no Brasil, por ser quase que desconhecido no país. Após a colheita este necessita de manutenção de sua qualidade, pois é altamente perecível por sua alta atividade metabólica (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007).

Embalagens biodegradáveis ativas a base de amido e adicionadas de óleo essencial de tomilho representam uma potencial solução para o aumento da vida útil de milho super doce cultivado no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Para a produção dos filmes foi utilizado o amido de mandioca obtido da Agrícola Horizonte (Paranavaí-Brasil), óleo essencial de tomilho (OET) produzido por Yanih Produtos Cosm. e Farm. Ltda (São Paulo, Brasil); Glicerol (REATEC, Brasil). Os filmes de amido de mandioca contendo óleo essencial de tomilho foram utilizados como embalagem primária de uma variedade de milho super doce (*Zea mays)* cultivado na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON) (Universidade Estadual de Ponta Grossa – Brasil).

Métodos

Produção dos filmes

Os filmes foram produzidos pela técnica de *casting*, onde a solução com amido, água, glicerina foi aquecida até 90ºC para obtenção do amido termoplástico, sendo resfriada a 50ºC para adição do OET, nas concentrações de 0, 1, 3 e 5%,e em seguida a solução foi vertida nas placas (40g), e secas em estufa a 60ºC por 8 horas.

Caracterização dos filmes

Os filmes biodegradáveis foram caracterizados quanto às suas propriedades estruturais (por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), em microscópio eletrônico FEI Quanta 200 e por Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), onde as amostras foram previamente secas em dessecador com $CaCl_2$ e as análises foram realizadas na região do infravermelho médio com Transformada de Fourier, com número de onda de 4000 a 500 cm^{-1}, resolução espectro de $4cm^{-1}$.

A degradação térmica dos filmes foi avaliada por meio de análise termogravimétrica (TGA), sendo as amostras previamente secas em dessecador contendo $CaCl_2$ e submetidas a análise em equipamento Setaram Instrumentation modelo Labsys Evo DTA/DSC, com aquecimento de 20ºC a 600ºC e taxa de aquecimento de 20ºC/min sob atmosfera de Argônio.

A permeabilidade ao vapor de água e propriedades mecânicas foram avaliadas pelos métodos propostos pela *American Society for Testing and Material (ASTM)*. A determinação de solubilidade dos materiais foi realizada em triplicata (2x2cm), sendo as amostras secas em dessecador com $CaCl_2$, pesadas em balança analítica e imersas em 30 ml de água destilada (repouso por 48 horas). Após este período, a água foi retirada e a amostra foi seca em estufa a 105ºC por 3 horas. A solubilidade é calculada como a diferença de massa das amostras.

Avaliação da qualidade das amostras de milho super doce embaladas com os filmes ativos

Os filmes biodegradáveis ativos produzidos foram caracterizados e a melhor formulação (OET1) foi utilizada como embalagem primária de amostras de milho super doce, sendo condicionadas em temperatura de refrigeração (4-7°C) e avaliadas periodicamente durante sua vida útil. As análises realizadas incluem a determinação da acidez total titulável e umidade, realizadas de acordo com as normas brasileiras (Adolfo Lutz, 1995). O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi medido nas sementes do meio da espiga, prensadas manualmente e o líquido obtido, sem diluição, foi submetido à leitura em refratômetro de bancada. Para a perda de massa, as amostras

foram acompanhadas após o acondicionamento por 20 dias, sendo sua massa verificada a cada três dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Filmes biodegradáveis

Na análise MEV verificou-se uniformidade nos filmes, não apresentando poros e demonstrando homogeneidade da matriz e correta incorporação do amido e do OETAs análises de FTIR não indicaram diferenças entre os espectros das amostras, onde a banda de 3800 cm^{-1} está relacionada ao estiramento das ligações tipo -O-H, e a de 1550 cm^{-1} indica presença de ligações C=C de aromáticos (LOPES; MIGUEL, 2004). A análise termogravimétrica mostrou três etapas de degradação. A primeira etapa (90 e 160°C) está relacionada à perda gradual de água. A segunda faixa de degradação (300 a 350 °C) demonstra a decomposição do amido, e a terceira faixa está relacionada à decomposição das unidades acetilada e desacetiladas dos filmes, desidratação dos anéis sacarídeos e despolimerização (474 e 505°C) (ROSAS, 2010). As amostras de filme mostraram temperaturas de máxima degradação similares, demonstrando que a adição do OET em diferentes concentrações não modificou termicamente o filme biodegradável.

A permeabilidade ao vapor de água de filmes biodegradáveis, como o de amido, é mais elevada que de embalagens sintéticas (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). A permeabilidade ao vapor de água não apresentou diferença significativa entre as amostras. A solubilidade dos filmes não apresentou diferença significativa com a incorporação do óleo essencial de tomilho (Tabela 1).

Tabela 1: Permeabilidade ao vapor de água (PVA) e solubilidade das amostras.

Filmes	PVA $X10^{-11}$ ($g.seg^{-1}.m^{-1}.Pa^{-1}$)	Solubilidade (%)
C	$5,7 \pm 0,36^{a}$	$52,2 \pm 6,0^{a}$
OET1	$7,4 \pm 0,32^{a}$	$40,6 \pm 7,4^{a}$

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão (n=3). As médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey; p<0,05).

Com relação às propriedades mecânicas, a tensão máxima na ruptura da amostra controle (C) mostrou-se maior que todas as formulações contendo o óleo essencial de tomilho, sendo o menor valor observado para a amostra OET5,demonstrando instabilidade da matriz com a incorporação de maiores quantidades do óleo essencial (Tabela 2).

Tabela 2: Propriedades mecânicas dos filmes biodegradáveis ativos.

Amostras	Tensão Máxima na Ruptura (MPa)	Elongação(%)	Módulo de Young (MPa)
C	$29,5 \pm 2,9^{c}$	$4,6 \pm 0,5^{a}$	$171,3 \pm 28,0^{a}$
OET1	$18,9 \pm 2,03^{b}$	$4,5 \pm 0,4^{a}$	$125,6 \pm 8,9^{a}$
OET3	$12,7 \pm 1,6^{a}$	$3,4 \pm 0,4^{ab}$	$148,8 \pm 17,4^{a}$
OET5	$11,6 \pm 2,3^{ab}$	$2,2 \pm 0,3^{b}$	$220,0 \pm 43,5^{a}$

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão (*n*=3). As médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey; p<0,05).

Avaliação da qualidade das amostras de milho super doce embaladas com os filmes ativos

Foram utilizados filmes OET1 e C para embalagem de amostras de milho super doce. Com a utilização dos filmes OET1 as espigas de milho conseguiram conservar melhor seus teores de sólidos solúveis, em relação à amostra controle.

A acidez total titulável foi apresentada como porcentagem de ácido málico, sendo o resultado apresentado para as amostras do milho super doce das espigas acondicionadas com o filme OET1 menores em relação ao controle. Os valores de umidade e perda de massa para as amostras de milho contendo como embalagem primária o filme OET1 foram similares àqueles obtidos para a amostra controle.

CONCLUSÃO

O filme biodegradável contendo óleo essencial de tomilho a 1% (OET1) apresentou melhores resultados nas análises mecânicas e estruturais, demonstrando ser a melhor formulação para acondicionamento de alimentos. A utilização do filme biodegradável OET1 para o acondicionamento das amostras de milho super doce demonstrou aumento de sua vida de prateleira, reduzindo sua deterioração, demonstrando seu potencial antibacteriano. A concentração de açúcares desta espécie de milho é mais elevada que as do milho-verde, por este motivo sua vida de prateleira é menor. Entretanto, o filme OET1 conservou este alimento de forma eficiente e representa uma possível aplicação da embalagem ativa biodegradável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e Fundação Araucária pela concessão da bolsa e apoio financeiro para a execução do projeto e ao LABMU (Complexo de Laboratórios Multiusuários) da UEPG pela realização das análises.

REFERÊNCIAS

SUEIRO, A. C.; TISCHER, P. C. S. F.; LONNI, A. A. S. G.; MALI, S. Filmes biodegradáveis de amido de mandioca, pululana e celulose bacteriana. **Química Nova**, v.39, n. 9, p. 1059-1064, 2016.

PEREIRA, C. A. M.; MAIA, J. F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 624-632, 2007.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 2, p. 389-399, 2012.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea Mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 2, p. 93-103, 2007.

ROSAS, M. R. **Desenvolvimento de Filmes Biodegradáveis Contendo Compostos Bioativos das Cascas de Euphorbia Umbellata (Pax) Bruyns (Janaúba)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

LOPES, W. A.; MIGUEL, F. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho**. Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 670-673, 2004.