

REDUÇÃO DO AMACIAMENTO DE BANANA ‘MAÇÃ’ MINIMAMENTE PROCESSADA PELO USO DE TRATAMENTOS QUÍMICOS¹

Softening reduction of fresh-cut ‘apple’ banana by using of chemical treatments

Anderson Adriano Martins Melo², Eduardo Valério de Barros Vilas Boas³

RESUMO

O uso de banana em saladas de frutas minimamente processadas possui restrições devido à sua elevada perda da firmeza após o fatiamento. Objetivou-se neste trabalho, avaliar o efeito de ácido ascórbico (AA), cloreto de cálcio (CC), cloridrato de L-cisteína (Cis) e Na₂EDTA, empregados em associação com a atmosfera modificada, na prevenção do amaciamento de banana ‘Maçã’ minimamente processada. Foram utilizadas as seguintes combinações: 1 (AA 1% + CC 1% + Cis 0,5%); 2 (AA 1% + CC 1% + Cis 1%); 3 (AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%); 4 (Na₂EDTA 1%), constituindo os 4 tratamentos de um delineamento inteiramente casualizado. As bananas, no estágio de maturação 6, foram tratadas com uma solução de hipoclorito de sódio 500 ppm, descascadas e fatiadas manualmente, submetidas aos tratamentos químicos por imersão e embaladas com filme de PVC de 30µm. Posteriormente, foram armazenadas durante 5 dias à temperatura de 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR. A perda de massa foi linear durante o período de armazenamento, e maior nas fatias tratadas com Na₂EDTA 1%. A perda da firmeza foi menor nas fatias sob o tratamento 3, o qual apresentou menores valores de atividade da poligalacturonase até o 3º dia de armazenamento. Após o 2º dia de armazenamento, as fatias sob o tratamento 4 exibiram a maior atividade de pectinametilesterase, e aquelas sob os tratamentos 2 e 3, as menores. Foi observado um maior teor de pectina solúvel e de sólidos solúveis totais nas fatias tratadas com EDTA, sobretudo a partir do 3º dia de armazenamento. O aumento no teor de açúcares solúveis totais foi maior nos tratamentos 1 e 2 até o 3º dia de armazenamento. A mistura química 3 (AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%) foi a mais efetiva em evitar o amaciamento de banana ‘Maçã’ minimamente processada.

Termos para indexação: *Musa spp.*, processamento mínimo, poligalacturonase, pectinametilesterase, amaciamento, cloreto de cálcio.

ABSTRACT

The use of banana in minimally processed fruit salads have restrictions due to their high lost of firmness after cutting. The goal of this work was to evaluate the effects of ascorbic acid (AA), calcium chloride (CC), L-cysteine hydrochloride (Cis) and Na₂EDTA, employed in association with modified atmosphere, on prevention of the softening of minimally processed ‘Apple’ banana. The following combinations were used: 1 (AA 1% + CC 1% + Cis 0,5%); 2 (AA 1% + CC 1% + Cis 1%); 3 (AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%); 4 (Na₂EDTA 1%); forming the 4 treatments of a completely randomly design. The bananas, in maturity stage 6, were treated with a sodium hypochlorite solution 500 ppm, peeled and manually sliced, submitted to the chemical treatments by dipping and wrapped with PVC 30µm films. Later, the slices were stored during 5 days at 5 ± 1°C and 85 ± 3% UR. The mass loss was linear during the storage period and higher in Na₂EDTA 1% treated slices. The firmness loss was lesser in the slices under the treatment 3, which presented lower polygalacturonase activity values until the 3rd day of storage. After the second day of storage, the slices under the treatment 4 showed the highest pectinmethylesterase activity, and those under treatments 2 and 3, the lowest. Higher content of soluble pectin and total soluble solids were observed in EDTA treated slices, mainly beginning from the 3rd day of storage. The increase in total soluble sugars was higher in the treatments 1 and 2 until the 3rd day of storage. The chemical mixture 3 (AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%) was the most effective in avoiding the softening of minimally processed ‘Apple’ bananas.

Index terms: *Musa spp.*, minimal processing, polygalacturonase, pectinmethylesterase, softening, calcium chloride.

(Recebido em 19 de agosto de 2005 e aprovado em 5 de julho de 2006)

INTRODUÇÃO

Os produtos minimamente processados são também conhecidos como *fresh cut*, com utilização recente no Brasil, tendo sido iniciada sua produção na década de 90 por algumas empresas atraídas pelas novas tendências do mercado. O valor agregado pelo processamento mínimo aumenta a competitividade do setor produtivo e propicia

meios alternativos para a comercialização de frutos (CHITARRA, 1999).

O amaciamento de frutos minimamente processados é uma consequência de distúrbios metabólicos dos tecidos vegetais, manifestados principalmente pela degradação de polissacarídeos como o amido e substâncias da parede celular, culminando no comprometimento de atributos sensoriais, como a textura, o sabor e o aroma, e até mesmo

¹Projeto financiado pelo CNPq.

²Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Fisiologia Vegetal no Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa/UFV – 36570-000 – Viçosa, MG – melo.anderson@yahoo.com.br

³Engenheiro Agrônomo, Professor Dr. no Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – evbvboas@ufla.br

a qualidade nutricional, encurtando significativamente a vida de prateleira destes produtos.

Presume-se que a maioria das propriedades cimentantes das paredes celulares se deva às ligações de substâncias pécticas pela formação de sais duplos com íons cálcio (POOVAIAH & LEOPOLD, 1973). Os grupos carboxílicos das pectinas podem estar ligados entre si pelo Ca^{2+} . A presença deste cátion aumentaria a rígida coesão das pectinas e as protegeria contra a atividade da PME, capaz de provocar a sua desmetilação e iniciar sua desestruturação e a perda da rigidez da lamela média (AWAD, 1993).

A Poligalacturonase promove a despolimerização dos polímeros de ácido galacturônico, atuando ao acaso na cadeia péctica (endo-PG) ou nas extremidades não-redutoras (exo-PG). Segundo Pathak & Sanwall (1998), a banana possui três diferentes tipos de PG (PG1, PG2 – endo PG e PG3 – exo-PG), com respostas diferenciadas ao uso de íons metálicos, como o Ca^{2+} , que pode elevar a atividade da PG1 e o EDTA, que pode inibi-la. O EDTA também tem sido mostrado um forte inibidor da atividade de PG em outros frutos, tais como maçã (BARTLEY, 1978) e manga (PRASANNA et al., 2006). Além disso, o Na_2EDTA reduz o escurecimento enzimático, através de sua ação sequestrante sobre íons metálicos, tais como o cobre, necessário ao sítio ativo da PFO, formando quelatos e retardando o efeito desta enzima.

Muitos trabalhos têm sido conduzidos para se avaliar o efeito do cálcio na prevenção da degradação das pectinas de frutos e hortaliças por enzimas hidrolíticas. A preservação da firmeza de bananas minimamente processadas através do uso de aditivos químicos foi demonstrada por Vilas-Boas & Kader (2006), em que a aplicação de CaCl_2 juntamente com ácido ascórbico e cisteína a 0,5% foi efetiva em prevenir o seu amaciamento. O uso de cloreto de cálcio tem sido testado em vários frutos minimamente processados, como pêssegos, pêras e damascos (BOLIN & HUXSOLL, 1989), reduzindo a perda de firmeza e o escurecimento enzimático.

O uso de agentes anti-escurecimento tem sido amplamente empregado juntamente com o cloreto de cálcio para evitar o escurecimento enzimático e prolongar a vida útil pós-colheita de produtos minimamente processados, tais como o ácido ascórbico, um agente redutor corriqueiramente utilizado, e o aminoácido L-cisteína, que age inibindo competitivamente a PFO ou realizando o acoplamento oxidativo de *o*-quinonas, regenerando-as a *o*-difenois precursores, evitando-se a formação de pigmentos marrons (RICHARD-FORGET et al., 1992).

O emprego da combinação de substâncias antioxidantes e do CaCl_2 preveniu o amaciamento de fatias de mangas (CHANTANAWARANGOON, 2000), kiwis (CARVALHO & LIMA, 2002), maçãs (LEE et al., 2003) e bananas (VILAS-BOAS & KADER, 2006).

Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de misturas químicas com CaCl_2 , ácido ascórbico e cloridrato de L-cisteína (0,5%, 1% ou 1,5%) e um tratamento com Na_2EDTA sobre a manutenção da qualidade e redução na intensidade do amaciamento de bananas 'Maçã' minimamente processadas armazenadas a 5°C por 5 dias em atmosfera modificada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas bananas da cultivar Maçã, adquiridas no mercado varejista local. As pencas foram selecionadas segundo homogeneidade de cor (classe 6 – totalmente amarela), tamanho, ausência de defeitos. Posteriormente, os frutos foram submetidos a um pré-resfriamento em câmara fria a 14°C por 15 horas. As pencas foram inicialmente lavadas em solução de água e sabão neutro e logo após, foram sanificadas em água fria (10°C) contendo solução de hipoclorito de sódio 500 mg.L^{-1} , durante 15 minutos. Em seguida foram despencados, descascados e fatiados manualmente com auxílio de facas afiadas em fatias de espessura de aproximadamente 1cm, em ambiente com temperatura de 10°C. As fatias foram então imersas nas soluções contendo os seguintes tratamentos químicos por 3 minutos: (1: ácido ascórbico 1% + cloreto de cálcio 1% + cloridrato de L-cisteína 0,5%; 2: ácido ascórbico 1% + cloreto de cálcio 1% + cloridrato de L-cisteína 1%; 3: ácido ascórbico 1% + cloreto de cálcio 1% + cloridrato de L-cisteína 1,5%; 4: Na_2EDTA 1%). Após a imersão nos tratamentos, o excesso de líquido foi drenado com auxílio de escorredor e as fatias acondicionadas em bandejas de polipropileno, as quais foram recobertas por filme de PVC de 30 μm , pesadas e armazenadas em câmara fria ($5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 3\%$ UR).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 6, sendo quatro tratamentos químicos e seis tempos de armazenamento (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias) com três repetições. A parcela experimental constituiu-se de uma bandeja contendo aproximadamente 120 g de frutos. Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância sendo as médias, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. A análise de regressão foi realizada com base no resultado do teste de F, e o modelo eleito conforme o coeficiente de determinação.

A **perda de massa** foi determinada através de pesagem em balança semi-analítica. Foi considerada a diferença de peso entre a bandeja no tempo avaliado, e sua pesagem no tempo 0 (logo após o processamento), sendo os resultados expressos em porcentagem.

A **firmeza** foi mensurada com auxílio de um analisador de textura (TA-XT2i - Stable Micro Systems Ltd). Foram realizadas 10 medições por parcela, utilizando-se a ponteira cilíndrica (P/3) em velocidade de pré-teste de 4 mm.s⁻¹, pós-teste de 8 mm.s⁻¹, e de teste de 2 mm.s⁻¹; e profundidade de penetração de 5 mm. Os resultados foram expressos em Newton (N).

O teor de **sólidos solúveis totais (SST)** foi determinado com uso de refratômetro digital com compensação de temperatura automática (ATAGO PR-100) e os resultados expressos em °Brix, segundo AOAC (1992).

A determinação do teor de **açúcares solúveis totais (AST)** foi realizada espectrofotometricamente pelo método de Antrona (DISCHE, 1962). Os resultados foram expressos em g de açúcares redutores por 100 g de fruto fresco.

As **pectinas totais (PT) e solúveis (PS)** foram extraídas segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952) e determinadas colorimetricamente segundo Bitter & Muir (1962). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa. A porcentagem de solubilidade foi obtida pela relação pectina solúvel/pectina total.

A determinação da atividade da **poligalacturonase (PG)** foi realizada segundo técnica de Markovic et al. (1975), na qual os grupos redutores oriundos da hidrólise de substâncias pectínicas foram dosados pela técnica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944). Uma unidade de atividade de PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de 1 hmol de açúcar redutor por grama polpa fresca a cada minuto.

A extração enzimática da **pectinametilesterase (PME)** foi realizada segundo a técnica de Buescher & Furmanski (1978). O doseamento foi realizado segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 hmol de NaOH por grama de polpa fresca por minuto. Os resultados foram expressos em hmol por grama de polpa fresca por minuto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa foi influenciada pelo período de armazenamento e pelos diferentes tratamentos químicos,

não tendo sido verificada interação entre ambos os fatores. Foi observado incremento linear da perda de massa em todos os tratamentos, significativamente durante o período de armazenamento (Figura 1).

A perda de massa foi mínima, atingindo um máximo de 0,45%. Reis (2002), trabalhando com banana 'Prata' minimamente processada, também observou perda de massa insignificante durante o armazenamento. Tal perda é atribuída às reações metabólicas como a respiração e a transpiração do produto, que reduzem a quantidade da água presente no tecido vegetal.

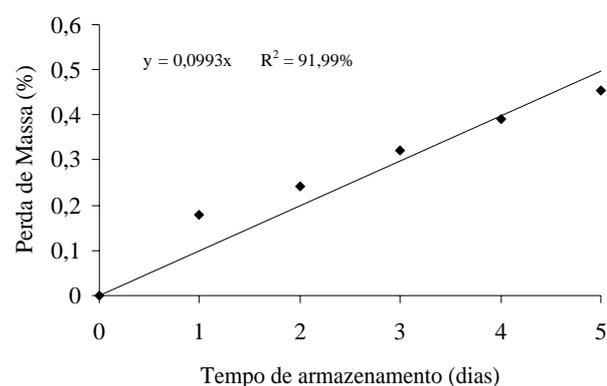


FIGURA 1 – Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da perda de massa de banana 'Maçã' minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

Para a variável firmeza, houve interação significativa entre os tratamentos e os tempos avaliados (Figura 2). Verificou-se, a partir do primeiro dia de armazenamento, uma maior queda na firmeza das fatias sob o tratamento 4 (Na₂EDTA 1%).

Este efeito indesejado pode estar relacionado à ação quelante do Na₂EDTA sobre cátions divalentes como o Ca²⁺, rompendo suas ligações na lamela média. Assim, as ligações cruzadas com Ca²⁺, presentes no polímero pectico podem ter sido degradadas, contribuindo à ação do etileno e culminando em maior taxa respiratória e conseqüente perda de massa. Na Figura 2, mostra-se que o uso do CaCl₂ foi efetivo na manutenção da firmeza dos demais tratamentos.

O tratamento 3 (AA1% + CC1% + Cis 1,5%) contribuiu para evitar o amaciamento dos frutos no primeiro

dia de armazenamento, com relação aos demais tratamentos. No 4^o e 5^o dias foi observada diferença significativa entre os tratamentos 1 e 3. Este resultado está de acordo com o encontrado por Chantanawarangoon (2000), que verificou a manutenção da firmeza de mangas minimamente processadas com uso de ácido ascórbico 0,5% + CaCl₂ 1% + L-cisteína 0,5% por 10 dias sob atmosfera modificada. Nenhum efeito diferencial foi observado entre os tratamentos 1 e 2 quanto a firmeza ao longo do armazenamento. Vilas-Boas & Kader (2006) observaram efeito significativo da combinação ácido ascórbico 1%, cloreto de cálcio 1% e L-cisteína 0,5% na inibição da perda de firmeza de bananas 'Grand Naine' minimamente processadas por até 4 dias.

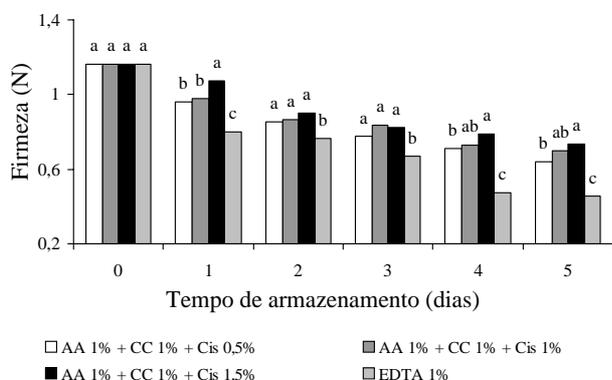


FIGURA 2 – Valores médios de firmeza de banana 'Maçã' minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

Segundo Poovaiah (1986), o cálcio estabiliza membranas e paredes celulares, preservando sua integridade e funcionalidade, protegendo-os da clivagem por enzimas hidrolíticas que causam o amaciamento dos frutos. Varoquaux et al. (1990) sugerem que as mudanças na textura de kiwis minimamente processados se devem à hidrólise das paredes celulares. As enzimas pectinolíticas e proteolíticas difundem-se através do tecido fatiado, proporcionando o amaciamento.

Houve aumento dos teores de sólidos solúveis totais (SST) em todos os tratamentos até o 2^o dia de armazenamento, porém sem diferenças significativas entre os tratamentos utilizados (Figura 3). A despeito dos maiores teores de SST exibidos pelo tratamento com Na₂EDTA 1%

no 3^o e 4^o dias após o processamento, houve redução a partir do 3^o dia, com valor significativamente menor que os demais no dia seguinte. Este comportamento pode estar relacionado com o maior consumo de carboidratos complexos como substrato respiratório experimentado por este tratamento. A queda posterior ao 3^o dia de armazenamento pode ser devida ao elevado grau de maturação em que as fatias sob o tratamento 4 se encontravam, com predominância de reações catabólicas neste período. Tal efeito pode ter sido acentuado pelo uso de Na₂EDTA, o qual, por ser agente quelante de diversos íons divalentes, é capaz de seqüestrar o cálcio das paredes e membranas celulares de frutos e hortaliças, necessitando, provavelmente, que sua aplicação seja feita em baixas doses ou na forma de Ca-EDTA, para reduzir seu efeito deletério.

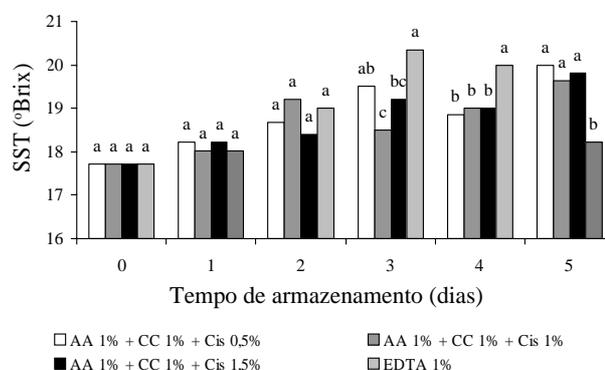


FIGURA 3 – Valores médios de sólidos solúveis totais de banana 'Maçã' minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

Os resultados estão de acordo com Reis (2002), que observou aumento nos teores de sólidos solúveis totais em banana 'Prata' minimamente processada durante o armazenamento a 8°C. Assim como a banana, outros frutos também apresentam elevação de SST durante o armazenamento, tais como a manga (LIMA, 1997), por exemplo.

O teor de açúcares solúveis totais (AST) variou significativamente entre os tratamentos, durante o tempo com interação destes fatores ($p < 0,01$) (Figura 4). Em geral, o teor de açúcares se elevou durante o tempo de armazenamento. Os tratamentos 1 e 2 (com 0,5 e 1% de L-cisteína, respectivamente) mostraram aumento de AST até

o 3º dia. O tratamento 3 (Cis 1,5%), apesar de também ter determinado aumento nesta variável, foi o que melhor conteve o metabolismo de açúcares até o 4º dia de armazenamento. Sales (2002), aplicando doses de 1-MCP em bananas 'Prata-anã' inteiras, observou queda nos teores de amido e correspondente aumento nos AST, confirmando a assertiva de que com o avanço da maturação até o completo amadurecimento, o amido é hidrolisado, resultando no enriquecimento no teor de açúcares da polpa madura. Considerando-se que os frutos utilizados neste experimento encontravam-se no estágio de maturidade 6, provavelmente ainda continuavam o processo de hidrólise do amido no decorrer do armazenamento, evidenciado aumento nos teores de açúcares e sólidos solúveis da banana 'Maçã'.

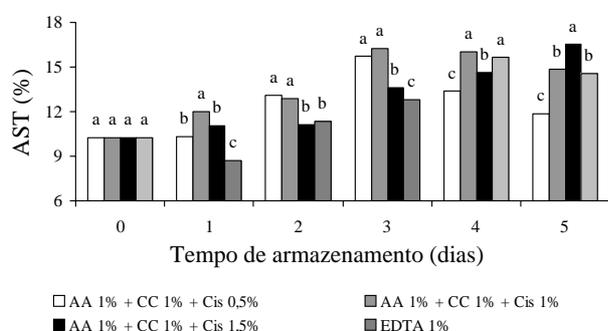


FIGURA 4 – Valores médios de açúcares solúveis totais de banana 'Maçã' minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

As variáveis pectina total (PT) e pectina solúvel (PS) foram influenciadas pelo tempo, pelos diferentes tratamentos e pela interação entre estes ($p < 0,01$) (Figuras 5 e 6). As fatias do tratamento 2 apresentaram menor teor de PT que as dos demais, no 1º e 2º dia de armazenamento. O teor médio de pectina total foi de 583,70 mg .100 g⁻¹ de fruto, semelhante ao valor encontrado por Reis (2002) para banana 'Prata' minimamente processada. Observa-se pela Figura 6, que o tratamento 3 foi efetivo em prevenir a solubilização de pectinas no 3º dia de armazenamento, e a partir deste, o tratamento 4 (Na₂EDTA 1%) determinou a maior solubilização até o final do armazenamento.

O aumento nos teores de pectinas solúvel e total é explicado pela solubilização da protopectina das paredes

celulares que ocorre durante o amadurecimento do fruto, produzindo ácidos pectínicos (esterificados com grupo metílico) ou ácidos pectínicos (sem esterificação) também chamados de pectinas solúveis (CHITARRA & CHITARRA, 1990). O maior teor de PS nas fatias sob o tratamento com EDTA pode estar associado ao fato de que as pontes de Ca²⁺ presentes nas paredes celulares e lamela média podem ter sido rompidas pela ação sequestrante deste composto.

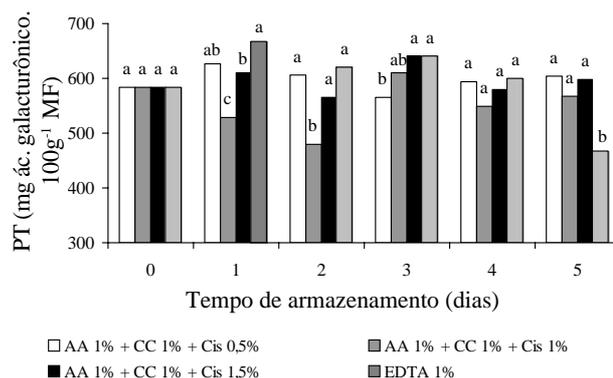


FIGURA 5 – Valores médios de pectina total de banana 'Maçã' minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

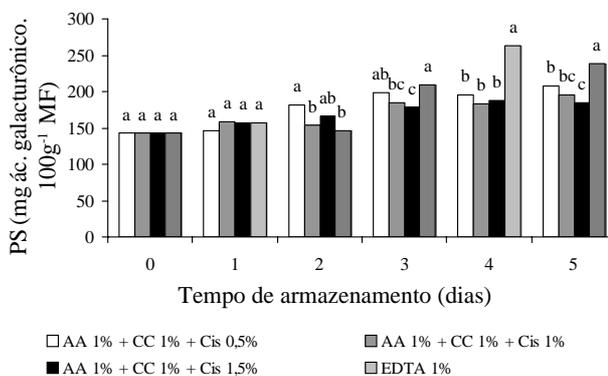


FIGURA 6 – Valores médios de pectina solúvel de banana 'Maçã' minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

Interações significativas entre tempo e tratamentos foram observadas para as enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilsterase (PME). O tratamento 4 (Na₂EDTA) determinou maiores atividades da PG e PME a partir do 4^o e 2^o dias de armazenamento, respectivamente (Figuras 7 e 8), o que pode ser associado à maior solubilização pectínica provocada por este tratamento, a partir do 3^o dia (Figura 6).

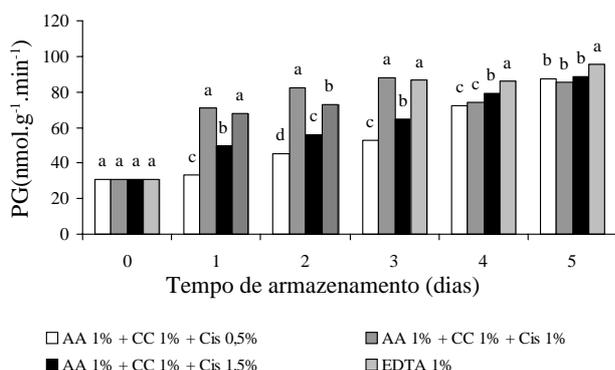


FIGURA 7 – Valores médios da atividade da poligalacturonase (PG) de banana ‘Maçã’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

O tratamento 1 (CC1% + AA1% + Cis 0,5%) foi o mais efetivo em conter a atividade da PG (Figura 7), enquanto os tratamentos 2 e 3 foram os mais efetivos em conter a atividade da PME (Figura 8), ao longo do armazenamento.

Segundo Vilas-Boas et al. (2001), a PME promove a desmetilação parcial dos ésteres metílicos dos ácidos poligalacturônicos das pectinas, facilitando o acesso da PG, que determina a despolimerização e solubilização das substâncias pectínicas. Pathak & Sanwall (1998) e Vilas-Boas (1995) observaram incremento da PG concomitante com o amadurecimento de bananas.

Reis (2002) constatou diferenças significativas em favor da maior concentração de L-cisteína (1%) aplicada em bananas ‘Prata’ minimamente processadas sobre a atividade da PME.

Neste trabalho também foi observado que a atividade da PME foi reduzida com o emprego dos tratamentos que continham 1% e 1,5% de L-cisteína na mistura.

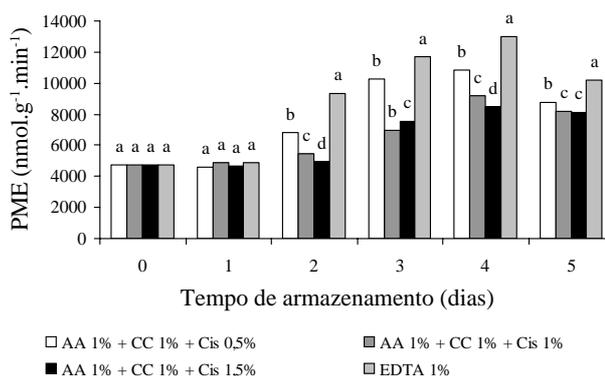


FIGURA 8 – Valores médios da atividade da Pectinametilsterase (PME) de banana ‘Maçã’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos [ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cloridrato de L-cisteína (Cis) 0,5%; AA 1% + CC 1% + Cis 1%; AA 1% + CC 1% + Cis 1,5%; Na₂EDTA 1%] armazenada a 5 ± 1°C e 85 ± 3% UR, por 5 dias.

CONCLUSÃO

O banho químico contendo CaCl₂ 1% + ácido ascórbico 1% + cloridrato de L-cisteína 1,5%, apresentou maior eficiência na prevenção do amaciamento de bananas ‘Maçã’ minimamente processadas, armazenadas por 5 dias a 5°C, em atmosfera modificada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12. ed. Washington, 1992. 1015 p.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BARTLEY, I. M. Exo-polygalacturonase of apple. **Phytochemistry**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 213-216, 1978.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1962.
- BOLIN, H. R.; HUXSOLL, C. C. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 43, n. 2, p. 124-128, Feb. 1989.

- BUESCHER, R. W.; FURMANSKI, R. J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 1, p. 264-266, Jan./Feb. 1978.
- CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 679-685, 2002.
- CHANTANAWARANGOON, S. **Quality maintenance of fresh-cut mango cubes**. Davis: University of California, 2000. 71 p.
- CHITARRA, M. I. F. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Tecnologia e Treinamento Agropecuário**, [S.l.], n. 10, p. 7, 1999.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 543 p.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Eds.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. v. 1, p. 477-512.
- HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, May/June 1966.
- 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. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, London, v. 36, n. 3, p. 323-329, 2003.
- LIMA, L. C. O. **Tecido esponjoso em manga "Tommy Atkins": transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento**. 1997. 148 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v. 40, n. 3, p. 769-774, 1975.
- MCCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, p. 135-375, 1944.
- PATHAK, N.; SANWALL, G. G. Multiple forms of polygalacturonase from banana fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 48, n. 2, p. 249-255, 1998.
- POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 10, n. 1, p. 86-89, Jan. 1986.
- POOVAIAH, B. W.; LEOPOLD, A. C. Inhibition of abscission by calcium. **Plant Physiology**, v. 51, p. 848-851, 1973.
- PRASANNA, V.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Multiple forms of polygalacturonase from mango (*Mangifera indica* L. cv. Alphonso) fruit. **Food Chemistry**, London, v. 95, p. 30-36, 2006.
- RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v. 44, n. 12, p. 1717-1723, Dec. 1969.
- REIS, C. M. F. **Manutenção da qualidade de banana 'Prata' minimamente processada**. 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- RICHARD-FORGET, F. C.; GOUPY, P. M.; NICOLAS, J. J. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning: 2. kinetic studies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 40, n. 11, p. 2108-2113, 1992.
- SALES, A. N. **Aplicação de 1-Metilciclopropeno em banana 'Prata-Anã' armazenadas sob baixa temperatura seguida de climatização**. 2002. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- VAROQUAUX, P.; LECENDRE, I.; VAROQUAUX, F.; SOUTY, M. Change in firmness of kiwifruit after slicing. **Sciences des Aliments**, Paris, v. 10, p. 127-139, 1990.
- VILAS-BOAS, E. V. de B. **Modificações pós-colheita de bananas 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* Grupo AAB) g-irradiada**. 1995. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

VILAS-BOAS, E. V. de B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. **Características da fruta:** banana pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa, 2001. (Série Frutas do Brasil, 16).

VILAS-BOAS, E. V. de B.; KADER, A. A. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 155-162, 2006.