

EFEITO COMBINADO DE TRATAMENTO QUÍMICO E/OU REVESTIMENTO COMESTÍVEL E/OU ATMOSFERA CONTROLADA NA QUALIDADE DE BANANA FRESCA CORTADA

*Bico S.L.S., Morais R.M.S.C., Morais A.M.M.B.**

CBQF/ Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa
Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 4200-072 Porto, Portugal

Tel +351-225580050, Fax +351-22-5090351, e-mail: abmorais@esb.ucp.pt

Palavras-chave: banana fresca cortada, ácido ascórbico, cloreto de cálcio, cisteína, carragenina, atmosfera controlada

Resumo: Foi estudado o efeito do tratamento químico combinado com revestimento comestível e/ou atmosfera controlada na qualidade de rodela de banana fresca. Foram testadas três soluções químicas de formulações diferentes: 1% de cloreto de cálcio ou 2% de lactato de cálcio, com 0,5% ou 0,75% de ácido ascórbico, com 0,75% de cisteína; foram testados cinco tipos de revestimento, tendo por base o alginato, a carragenina, a pectina, a carboximetilcelulose ou o quitosano; a atmosfera controlada utilizada era composta de 3% de oxigénio e 10% de dióxido de carbono. A qualidade físico-química e microbiológica da banana fresca cortada foi avaliada durante 5 dias a 5°C. A solução química de 1% de cloreto de cálcio, 0,75% de ácido ascórbico e 0,75% de cisteína conjugada com o acondicionamento em atmosfera controlada revelou-se o melhor tratamento para evitar alterações de cor, textura, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e conteúdo de fenóis, assim como para evitar a perda de peso e o aumento da actividade da polifenol oxidase das rodela de banana durante 5 dias. As análises microbiológicas revelaram que todas as amostras se encontravam dentro dos limites aceitáveis.

1. INTRODUÇÃO

A produção de frutos frescos cortados (minimamente processados) constitui um desafio importante para a indústria alimentar, devido à sua conveniência como produtos prontos-a-comer associada a benefícios a nível da saúde.

A banana fresca cortada apresenta um escurecimento enzimático e um amolecimento acelerados relativamente ao produto inteiro. Aplicações de compostos de cálcio podem contribuir para manter a firmeza de banana fresca cortada. A imersão numa solução de 1% (m/v) de cloreto de cálcio (CaCl_2) com 1% (m/v) de ácido ascórbico e 0,5% (m/v) de cisteína durante 2 min evita o escurecimento e o amolecimento de fatias de banana durante 6 dias a 5°C. Soluções com teores de cisteína inferiores a 0,5% promovem o aparecimento da cor rosa [1]. A atmosfera modificada ajuda a manter a frescura dos produtos frescos cortados, através da inibição da actividade metabólica, da sensibilidade ao e da produção de etileno e/ ou da degradação fisiológica e microbiológica [2]. 2% O_2 e 5-10% CO_2 diminuem o amadurecimento e reduzem a taxa respiratória e produção de etileno de banana inteira [3].

Os revestimentos edíveis mais utilizados são constituídos por hidrocolóides — polissacáridos ou proteínas — e/ou lípidos. Os primeiros constituem uma boa barreira contra o O_2 e o CO_2 e podem também ser uma boa barreira contra a água. Contudo, esta barreira enfraquece à medida que a humidade relativa aumenta, devido à capacidade dos polissacáridos em absorver água [4]. Os polissacáridos que podem ser utilizados com sucesso para revestir

frutos frescos cortados incluem a carragenina e os alginatos, derivados de celulose, tais como metilcelulose e carboximetilcelulose, pectinas, amido, goma-arábica e quitosano [5-10]. Existe pouca informação acerca do efeito combinado do tratamento químico e/ou revestimento comestível e/ou atmosfera controlada (AC) na qualidade de frutos frescos cortados. Poucos estudos foram efectuados com banana fresca cortada. O objectivo deste estudo foi o de procurar manter a qualidade físico-química e microbiológica de banana da Ilha da Madeira (cv. Cavendish) fresca cortada, através de tratamento químico combinado com revestimento comestível e/ou AC.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material vegetal

Bananas da Madeira (cv. Cavendish), no estado de maturação 4 (casca mais amarela do que verde) e livres de danos físicos e infecções por fungos, foram adquiridas no Mercado Abastecedor do Porto (MAP). Os frutos foram transferidos para o laboratório e foram armazenadas a $13\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 65% de humidade relativa (HR) até serem processados.

2.2. Solução química

As soluções químicas utilizadas eram compostas de: 1% de CaCl_2 + 0,5% ácido ascórbico + 0,75% cisteína; 2% lactato de cálcio + 0,5% ácido ascórbico + 0,75% de cisteína; 1% CaCl_2 + 0,75% ácido ascórbico + 0,75% cisteína.

Foi utilizada água destilada na preparação das soluções para evitar a contaminação com microrganismos.

2.3. Revestimento comestível

A solução de alginato foi preparado segundo Rojas-Graü *et al.* [11]; a solução de carragenina foi preparada com base no método de Lee *et al.* [12]; a solução de pectina e a solução de carboximetilcelulose foram preparadas segundo o método de Maftoonazad *et al.* [13]; a solução de quitosano foi preparada com base no método de Vargas *et al.* [14].

2.4. Preparação das amostras

As bananas foram lavadas com água corrente, mergulhadas em água clorada (7500 ppm de cloro activo) durante 5 min e secas com ar forçado à temperatura ambiente. Cada banana foi descascada e cortada em rodela (1cm) com uma faca esterilizada, numa câmara de fluxo laminar. Foram obtidas 10 rodela da cada banana e foram constituídas réplicas de 30 rodela de diferentes bananas. Imediatamente após o corte, as rodela de banana foram colocadas em banho de gelo.

Os diferentes tratamentos utilizados foram: (1) imersão em solução; (2) imersão em solução + revestimento comestível; (3) revestimento comestível; (4) imersão em solução + AC com 3% O_2 e 10% CO_2 ; (5) imersão em solução + revestimento + AC. Nos tratamentos 1, 2, 4 e 5, as rodela de banana foram mergulhadas na solução química durante 3 min. A solução em excesso foi removida durante 5 min em papel absorvente. Nos tratamento 2 e 3, as amostras foram revestidas por filme comestível e a solução em excesso foi removida durante 1 min em papel absorvente. Todas as amostras foram colocadas em frascos de 300 ml. Nos tratamentos 4 e 5, os frascos foram preenchidos com AC com 3% O_2 e 10% CO_2 , durante 10 min. Rodela imersas em água destilada foram utilizadas como controlo. Todas as amostras foram armazenadas a 5°C e 55% HR. A solução química e a água destilada foram mantidas a 5°C .

2.5. Atmosfera controlada

A composição da atmosfera nos frascos com as amostras foi analisada regularmente num cromatógrafo gasoso GC 14A (Shimadzu Corp., Kyoto, Japão) equipado com um detector de condutividade térmica. O gás de arraste utilizado foi hélio. As concentrações do oxigénio e do dióxido de carbono foram monitorizadas diariamente e AC com 3% O₂ e 10% CO₂ re-introduzida sempre que necessário.

2.6. Avaliação da qualidade das rodela de banana

Todas as determinações foram efectuadas em triplicado.

2.6.1. Cor

A cor foi avaliada em lados opostos da cada fatia de banana com um colorímetro Minolta CR-300 (Minolta Corp., Ramsey, NJ, Estados Unidos da América), no espaço CIE L*a*b*. O croma foi calculado segundo a fórmula $C=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$. Foram avaliadas 10 rodela por réplica.

2.6.2. Textura

A firmeza de cada fatia foi determinada com um analisador de textura TA.XT (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, Surrey, Reino Unido), medindo a força necessária para que uma sonda cilíndrica de 2 mm penetre 10 mm abaixo da superfície, a uma velocidade de 5 mm s⁻¹. Cada fatia foi testada três vezes e foi utilizada uma carga de 20N.

2.6.3. Perda de peso

Uma fatia de banana foi colocada numa placa de Petri tarada e seca a 70°C durante 48h. O peso foi registado antes e após a secagem, utilizando uma balança analítica. A perda de peso foi calculada de acordo com a fórmula:

$$PP (\%) = 100 - 100 \times MS(\%)_{\text{dia 0}} / MS(\%)_{\text{dia N}}$$

MS(%)_{dia 0} e MS(%)_{dia N} são a matéria seca no dia 0 e no dia N, respectivamente.

2.6.4. pH e acidez titulável

Dez g de banana por réplica foram trituradas e homogeneizadas em 100 ml de água destilada fervida (ajustada a pH 8,3). O pH foi medido com um medidor de pH Crison MicropH 2001 (Crison Instruments SA, Barcelona, Espanha). A mistura foi titulada com 0,10 M NaOH para pH 8,3 e o resultado foi expresso em mg de ácido málico por 100 g de amostra.

2.6.5. Sólidos solúveis totais (TSS)

Os TSS foram determinados segundo Madamba [15]. Os açúcares foram extraídos de banana (0,2 g) com 10 ml de etanol a 80% (v/v), num banho de água (80-85°C) durante 30 min. Os TSS foram calculados através de uma curva de calibração (0,02-0,06 mg glucose ml⁻¹) e o resultado foi expresso em g glucose/ 100g de peso seco.

2.6.6. Actividade da polifenol oxidase (PPO)

A actividade da PPO foi determinada segundo Rocha e Morais [16]. Uma fatia de banana foi inicialmente homogeneizada em 25 ml de tampão fosfato 0,2M (pH 6,5) e 0,8 g de polivinilpirrolidona (PVPP) com um homogeneizador Ultra-Turrax T25 (Jank and Kunkel, IKA-Labortechnik, Breisgau, República Federal da Alemanha). A actividade da enzima foi expressa em U/ g/ min.

2.6.7. Fenóis totais

O conteúdo de fenóis totais foram determinados segundo Rocha e Moraes [16]. Foi utilizada uma fatia de banana por réplica.

2.6.8. Microbiologia

Rodelas de banana (10 g) foram retiradas assepticamente de cada frasco e transferidas para uma embalagem estéril de plástico à qual foi adicionada 90 ml de solução de Ringer estéril. A amostra foi misturada com esta solução num stomacher (400 Circulator Seward, Thetford, Norfolk, Reino Unido). As normas Portuguesas EN ISO 4833.2003, NP 3788.1990 e NP 3277-1.1987 foram seguidas para a contagem de aeróbios totais, contagem de coliformes totais e contagem de bolores e leveduras, respectivamente.

2.7. Análise estatística

A análise dos dados experimentais foi efectuada com SPSS 11.5 para Windows (Chicago, Illinois, Estados Unidos da América). LSD ($p=0,05$) foi utilizada para detectar diferenças entre os tempos de armazenamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As soluções químicas de 1% de cloreto de cálcio e de 2% de lactato de cálcio tiveram efeitos semelhantes na textura das rodelas de banana durante 4 dias a 5°C. No entanto, a última solução induziu o crescimento de *Cryptococcus humiculus* e, conseqüentemente, uma cor rosa à superfície das rodelas de banana. A solução química com 0,75% de ácido ascórbico revelou-se o melhor tratamento para evitar o escurecimento enzimático.

O tratamento químico conjugado com revestimento comestível mostrou evitar melhor a perda de firmeza do que o controlo ou só o revestimento, após 3 dias de armazenamento a 5°C. O tratamento químico combinado com revestimento à base de carragenina revelou-se o melhor tratamento para evitar a perda de firmeza e o escurecimento, de entre os testados de tratamento químico conjugado com revestimento.

O tratamento químico com 1% CaCl_2 + 0,75% ácido ascórbico + 0,75% cisteína, o mesmo tratamento químico conjugado com AC e o mesmo tratamento químico combinado com revestimento de carragenina e com AC foram alvo do estudo completo de qualidade físico-química e microbiológica. Ao fim de 5 dias a 5°C, o tratamento químico combinado com AC contribuiu para valores de L^* e croma mais elevadas (menor escurecimento) e para uma firmeza mais elevada do que os restantes tratamentos (Tabela 1). Vilas-Boas e Kader [1] verificaram que a combinação de 1% CaCl_2 com 1% ácido ascórbico e 0,5% cisteína com atmosfera com 2kPa O_2 e 10 kPa CO_2 não evitaram a perda de firmeza mais eficazmente que o tratamento químico sozinho. O tratamento químico combinado com AC foi também o tratamento mais favorável relativamente à perda de peso (0,57%), embora esta tenha sido reduzida (<3%) para todos os tratamentos. O tratamento químico combinado com AC contribuiu também para manter o pH baixo (Tabela 1) e a acidez titulável elevada das rodelas de banana, embora não se distinguísse do tratamento químico combinado com revestimento de carragenina e com AC. As amostras tratadas com solução química e AC apresentaram a actividade da PPO mais baixa (Tabela 1) e o conteúdo de fenóis mais elevado durante o armazenamento. Também apresentaram a menor alteração de TSS.

Todas as amostras apresentaram carga microbiana abaixo dos limites aceitáveis durante o armazenamento.

Tabela 1. Valores de L*, croma, firmeza, pH e PPO de rodela de banana durante o armazenamento a 5°C

Tratamento	Dia 0		Dia 2		Dia 5	
	L*					
Controlo	79,43 ± 1,36	a	63,68 ± 6,04	b	59,93 ± 5,17	c
TQ	79,22 ± 1,74	a	71,43 ± 4,00	a	68,49 ± 4,02	b
TQ + AC	79,09 ± 2,11	a	72,16 ± 3,89	a	72,09 ± 3,97	a
TQ + Carragenina + AC	79,04 ± 1,32	a	70,88 ± 4,83	a	66,87 ± 5,41	b
Croma						
Controlo	39,07 ± 2,06	a	33,00 ± 2,35	c	31,55 ± 2,58	c
TQ	39,96 ± 1,65	a	36,73 ± 1,96	b	34,04 ± 2,30	b
TQ + AC	39,97 ± 1,32	a	38,93 ± 2,87	a	36,84 ± 2,71	a
TQ + Carragenina + AC	39,38 ± 1,40	a	37,76 ± 2,13	a	34,65 ± 2,92	b
Firmeza (N)						
Controlo	1,33 ± 0,12	b	0,93 ± 0,06	b	0,64 ± 0,05	c
TQ	1,35 ± 0,13	a	1,11 ± 0,06	a	0,90 ± 0,08	b
TQ + AC	1,34 ± 0,13	a	1,12 ± 0,09	a	0,96 ± 0,09	a
TQ + Carragenina + AC	1,34 ± 0,15	b	0,96 ± 0,08	b	0,78 ± 0,07	b
pH						
Controlo	4,71 ± 0,02	a	4,88 ± 0,03	a	5,03 ± 0,03	a
TQ	4,69 ± 0,03	a	4,84 ± 0,04	a	5,02 ± 0,04	a
TQ + AC	4,71 ± 0,03	a	4,83 ± 0,02	a	4,94 ± 0,02	b
TQ + Carragenina + AC	4,71 ± 0,02	a	4,85 ± 0,02	a	4,97 ± 0,02	b
PPO ((U/ g/ min)						
Controlo	20640 ± 918	a	19831 ± 1626	ab	39101 ± 1580	a
TQ	19808 ± 656	a	22819 ± 1510	a	25707 ± 1483	b
TQ + AC	19896 ± 362	a	18356 ± 1678	b	19419 ± 1648	c
TQ + Carragenina + AC	20209 ± 605	a	22363 ± 1450	a	28792 ± 2145	b

TQ: tratamento químico com 1% cloreto de cálcio, 0,75% ácido ascórbico e 0,75% cisteína; AC: atmosfera controlada com 3% O₂ e 10% CO₂. Letras diferentes na mesma coluna significam que os valores são significativamente diferentes ($p < 0.05$).

4. CONCLUSÕES

Rodelas de banana fresca podem ser conservadas após imersão em solução com 1% CaCl₂ + 0,75% ácido ascórbico + 0,75% cisteína combinada com revestimento comestível à base de carragenina e com armazenamento sob 3% O₂ e 10% CO₂ durante 5 dias a 5°C. Contudo, o tratamento químico combinado com armazenamento sob atmosfera controlada com esta composição revelou-se uma melhor alternativa.

Referências

- [1] - E.V. Vilas-Boas, A.A. Kader - *Postharvest Biol. Tec.* **39** (2006) 155
- [2] - L.G.M. Gorris, B. Tauscher - *Processing Foods: Quality optimization and process assessment*, CRC Press, New York (1999) 325
- [3] - K. L. Morrelli, A. A. Kader - [26 Fevereiro 2009] (2009)
<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Francais/banane-speciale.shtml>
- [4] - A. Gennadios, T.H. McHugh, C.L. Weller, J.M. Krochta - *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, CRC Press (1994) 201
- [5] - F. Debeaufort, J. A. Quezada-Gallo, A. Voilley - *Crit. Rev. Food Sci.* **38** (1998) 299
- [6] - G.I. Olivas, J.J. Rodriguez, G.V. Barbosa-Cánovas - *J. Food Proc. Preserv.* **27** (2003) 299
- [7] - A.E. Pavlath, D.S.W. Wong, T.F. Kumosinski - *Chem. Tech.* (1993) 36
- [8] - A.H. Rouse, E.L. Moore - *Proc. Fla. State Hortic. Soc* **79** (1972) 229
- [9] - C. Thommohaway, A. Uthairatanakij, S. Kanlayanarat, P. Jitareerat - *Acta Hort.* **746** (2007) 449
- [10] - D.W.S. Wong, J.S. Tillin, S.J. Hudson, A.E. Pavlath - *J. Agric. Food Chem.* **42** (1994) 2278
- [11] - M.A. Rojas-Graü, M.S. Tapia, A.J. Carmona, O. Martin-Belloso - *Food Hydrocolloid.* **27** (2007) 118
- [12] - J.Y. Lee, H.J. Park, C.Y. Lee, W.Y. Choi - *Lebensm.-wiss. Technol.* **36** (2003) 323
- [13] - N. Maftoonazad, H.S. Ramaswamy, M. Moalemiyan, A.C. Kushalappa - *Carbohydr. Polym.* **68** (2007) 341
- [14] - M. Vargas, A. Albors, A. Chiralt, C. Gonzalez-Martinez - *Postharvest Biol. Tec.* **41** (2006) 164
- [15] - L.S.P. Madamba - *Technical Analysis I. Foods and Feeds*, Institute of Chemistry, University of the Philippines Los Banos, Laguna (1993)
- [16] - A.M.C.N. Rocha, A.M.M.B. Morais - *J. Sci. Food Agric.* **82** (2001) 120