

EFEITO DE PRÉ-TRATAMENTOS NO ESCURECIMENTO DAS CULTIVARES DE MAÇÃ FUJI E GALA APÓS O CONGELAMENTO

Pre-treatments effects on browning of fuji and gala apple cultivars after freezing

Charles Windson Isidoro Haminiuk¹, Celso Ruiz Guarani Oliveira¹,
Érica Cristina Ramirez Baggio¹, Maria Lúcia Masson¹

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de pré-tratamentos para a redução do escurecimento nas cultivares de maçã Fuji e Gala após um período de congelamento de 12 dias. Aplicou-se quatro pré-tratamentos: imersão em água fervente por dois minutos (IAF), imersão em solução de bissulfito 0,25% por dois minutos (ISB), imersão em solução de sacarose 35% por dois minutos (ISS) e um sem pré-tratamento para comparação (SPT). Procedeu-se a análise, em que avaliou-se a cor, através de medidas colorimétricas empregando a escala universal L*, a* e b* nas amostras tratadas antes e depois do congelamento. Para avaliação sensorial do atributo cor utilizou-se a análise descritiva quantitativa (ADQ) com escala estruturada de 9 pontos. O melhor pré-tratamento na prevenção do escurecimento foi o IAF e o pior foi o tratamento SPT, no qual se observou uma alta oxidação dos compostos fenólicos. O pré-tratamento ISB apresentou a maior aceitação no teste ADQ para as maçãs Fuji e Gala, não obtendo-se relação entre a análise física colorimétrica e a análise afetiva sensorial.

Termos para indexação: Maçã, escurecimento, pré-tratamento, congelamento, cor, *Malus domestica*.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of pre-treatments in order to reduce the browning on Fuji and Gala apple varieties (*Malus domestica* Borkh), after a freezing period of 12 days. Four pre-treatments were applied: dip in boiling water for two minutes (DBW), dip in sodium bisulphite 0,25% for two minutes (DSB), dip in sucrose solution 35% for two minutes (DSS) and one without pre-treatment (WPT) to compare with the others. The color was evaluated through colorimetric assays, applying the universal scale L*, a* e b* at the treated samples before and after freezing. It was used the quantitative descriptive analysis (QDA), with structured scale of 9 points, to the sensorial evaluation of the color attribute. The best pre-treatment, in the browning prevention, was the DBW and the worst was the WPT, where it was observed a high oxidation of phenolic compounds. The pre-treatment DSB showed a higher acceptance at the DQA test on Fuji and Gala apple varieties, however it was not obtained a relation between colorimetric physical analysis and the affective sensorial analysis.

Index terms: Apple, browning, pre-treatment, freezing, color, *Malus domestica*.

(Recebido para publicação em 03 de dezembro de 2004 e aprovado em 27 de maio de 2005)

INTRODUÇÃO

As reações de escurecimento são alguns dos fenômenos mais importantes que ocorrem durante o processamento e armazenagem de alimentos. Elas podem envolver diferentes compostos e proceder por diferentes vias químicas. Os principais grupos de reações que conduzem ao escurecimento são a oxidação enzimática dos fenóis e o escurecimento não enzimático. O último é favorecido pelos tratamentos de calor e inclui uma ampla variedade de reações, tais como reação de maillard, caramelização e oxidação química dos fenóis (MANZOCCO et al., 2000). O branqueamento tem sido um dos mais populares métodos de prevenção do escurecimento enzimático aplicado em frutas e vegetais destinados ao congelamento e desidratação (CAMARGO, 1986).

Um dos propósitos de um tratamento por branqueamento é a inativação da polifenoloxidase (PPO).

Polifenoloxidase é um termo genérico para um grupo de enzimas que catalisam a oxidação dos compostos fenólicos e produzem pigmentos escuros na superfície de frutas cortadas e vegetais (COLLINS & MCCARTY, 1969; MAPSON et al., 1963; WHITAKER & CHANG, 1994). O escurecimento leva também ao desenvolvimento de sabores desagradáveis e perdas na qualidade nutricional. Estudos em diferentes cultivares de maçãs têm mostrado que a suscetibilidade ao escurecimento pode depender da atividade da PPO ou da degradação dos compostos fenólicos ou ambos (GOUPY et al., 1995).

Tratamentos de branqueamento (para obter inativação pelo calor ou inibição) podem ser realizados pela exposição de frutas e vegetais à água quente (método mais comum), soluções quentes ou frias contendo ácidos ou sais, vapor (KIDMOSE & MARTENS, 1999) ou microondas (CHEN et al., 1971; SEVERINI et al., 2001) por alguns segundos ou minutos.

¹ Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos/UFPR – Cx. P. 19011 – 81531990 – Curitiba, PR – chaminiuk@yahoo.com

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de comparar o efeito de diferentes pré-tratamentos na prevenção do escurecimento nas cultivares Fuji e Gala de maçã (*Malus domestica* Borkh) e avaliar o escurecimento durante o congelamento das amostras tratadas e armazenadas em congelador comum (-6°C).

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Equipamentos

Colorimetria: As cores da superfície das maçãs cortadas foram medidas com um colorímetro portátil HunterLab (MiniScan XE Plus). As análises foram feitas em quadruplicata, em que L* indica a luminosidade do branco ao preto, o a* indica o eixo da cromaticidade do verde (-) ao vermelho (+) e o b* o eixo da cromaticidade do azul (-) ao amarelo (+). O valor de L* é um indicador útil de escurecimento durante o armazenamento, resultante de reações de escurecimento oxidativa ou do aumento da concentração de pigmentos.

Equipamento de atmosfera modificada: Para a remoção do ar das amostras armazenadas em sacos de polietileno utilizou-se o equipamento Inauen Maschinen AG - VC 999.

Matéria-prima

As maçãs (*Malus domestica* Borkh), das cultivares Fuji e Gala, foram compradas no mercado municipal, na cidade de Curitiba – PR. Foram pesados 3 kg de cada cultivar sendo lavadas, descascadas, cortadas em fatias longitudinais e colocadas em água fria para retardar o processo de escurecimento.

Métodos

Tratamentos

Foram aplicados quatro pré-tratamentos, sendo que em cada um utilizou-se 500 g de cada cultivar de maçã (Fuji e Gala):

- * SPT – Maçã sem pré-tratamento;
- * IAF – Imersão em água fervente à 96°C por dois minutos;
- * ISS – Imersão em solução de sacarose 35% por dois minutos;
- * ISB – Imersão em solução de bissulfito de sódio 0,25% por dois minutos.

Após os pré-tratamentos, as maçãs foram secas em pano de algodão para remoção do excesso de água,

sendo algumas fatias submetidas à análise de cor e análise sensorial de cor, e o restante embaladas imediatamente a vácuo em sacos de polietileno e assim congeladas. O pré-tratamento IAF diferenciou-se dos demais, devido as maçãs terem sido mergulhadas em água fria por um minuto após o pré-tratamento para cessar o efeito térmico. As amostras embaladas foram armazenadas por um período de 12 dias em congelador comum à - 6°C (SHARMAN et al., 2000). No 12º dia, as maçãs foram descongeladas a 5°C em refrigerador por um período de 2 horas. Em seguida foram realizadas a análise de cor e análise sensorial, afim de comparar o grau de escurecimento das amostras tratadas.

Análise sensorial

As amostras dos diferentes pré-tratamentos foram subjetivamente avaliadas quanto à cor por uma equipe de 10 provadores previamente treinados. Utilizou-se a análise descritiva quantitativa (ADQ) com escala estruturada de 9 pontos. As amostras foram codificadas e dispostas em pratos brancos e solicitou-se aos provadores que analisassem as amostras observando que a escala variava do mais escuro (1) ao mais claro (9) (DUTCOSKY, 1996).

Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pelo teste de Bartlett, análise de variância (ANOVA), teste de Tukey (comparação de média) e o teste t comparação pareada (colorimetria), usando o programa MSTAT-C, versão 2.10 (KOEHLER, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de Cor

Na Tabela 1 nota-se o efeito dos pré-tratamentos nos valores das cores L*, a* e b* para a cultivar Fuji antes e depois do congelamento.

Pela análise estatística pode ser observado que houve diferença ao nível de significância de 99% de probabilidade entre todos os pré-tratamentos aplicados na maçã Fuji. O pré-tratamento IAF foi mais efetivo na prevenção do escurecimento, tendo um aumento na porcentagem de pigmentos escuros de 10,35% (cor L* - antes e depois). Esses resultados diferem dos encontrados por Beveridge & Weintraub (1995) no estudo da cultivar de maçã red delicious, no qual o valor L* diminuiu de 75,9 para 53,6, ou seja, 29.36% de aumento na porcentagem de pigmentos escuros.

O SPT, em relação a cor L*, teve um aumento de 37,85% na quantidade de pigmentos escuros após o período de 12 dias de congelamento. As cores a* e b* não apresentaram diferença estatística relevante com o tempo de congelamento para a maçã Fuji. O teste de comparação de média pareado (teste t) mostrou diferença significativa ao nível de 99% de confiabilidade entre o pré-tratamento ISB na cor a* após o processo de congelamento.

Na Tabela 2 observa-se o efeito dos pré-tratamentos nos valores das cores L*, a* e b* para a cultivar Gala antes e depois do congelamento.

A cor a* no SPT mostrou uma forte tendência a cor vermelha, apresentando um aumento de 560% no valor a* após o congelamento. O pré-tratamento IAF apresentou-se mais efetivo em relação à prevenção do escurecimento (cor L*), observando um aumento de 21% nos pigmentos escuros, enquanto que o SPT mostrou um aumento de 47%. Não ocorreu diferença estatística ($p < 0,01$) entre os pré-tratamentos ISB e ISS para a maçã Gala em relação à luminosidade (L*) após o congelamento. O teste de comparação de média pareado (teste t) mostrou diferença significativa ao nível de

99% de confiabilidade entre o SPT na cor b* após o processo de congelamento. A cor b* não apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,01$) relevante com o tempo de congelamento para a maçã Gala. Segundo Monsalve-González et al., (1993), uma diminuição no valor de L* e um aumento no valor de a* são indicativos de escurecimento.

Análise Sensorial

Na Tabela 3 observa-se os valores das médias da análise descritiva quantitativa para o atributo cor das amostras das maçãs Fuji e Gala tratadas.

O pré-tratamento ISB obteve as melhores médias para ambas as cultivares, enquanto o SPT apresentou os valores mais baixos entre todos. O pré-tratamento por bissulfito de sódio é benéfico para manutenção da cor de frutas e vegetais processados (ZHANG, 1998). Zhang et al. (2004) trabalharam com concentrações superiores de bissulfito de sódio (0,5%, 1,5% and 2,5%), sendo que na concentração de 2,5% (20-30 min) obtiveram a melhor aceitabilidade na aparência de frutas *Areca* (*Areca catechil* L.) descongeladas e prolongou sua vida de prateleira.

TABELA 1 – Cor da polpa de maçã Fuji em função de pré-tratamentos no congelamento.

Tratamentos	Cor #					
	Antes			Depois		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
IAF	83,15±0,17 ^d	-1,71±0,04 ^d	35,94±0,04 ^a	74,53±0,06 ^a	0,88±0,02 ^b	36,75±0,19 ^a
ISB	89,88±0,02 ^b	-0,08±0,02 ^{c**}	26,48±0,05 ^d	56,76±0,26 ^c	-0,30±0,09 ^{c**}	27,52±0,33 ^c
ISS	84,07±0,06 ^c	1,54±0,03 ^b	31,62±0,03 ^b	55,20±0,49 ^d	-0,53±0,03 ^d	22,02±0,17 ^d
SPT	92,93±0,07 ^a	1,75±0,07 ^a	31,00±0,06 ^c	57,75±0,11 ^b	3,03±0,05 ^a	33,72±0,10 ^b

IAF – Imersão em água fervente

ISB – Imersão em solução de bissulfito de sódio 0,25%

ISS – Imersão em solução de sacarose 35%

SPT – Sem pré-tratamento

Valores da cor ± desvio padrão. Médias com letras iguais não são estatisticamente diferentes ($p > 0,01$) na coluna. ** Médias estatisticamente diferentes ($p < 0,01$) pelo teste t pareado.

TABELA 2 – Cor da polpa de maçã Gala em função de pré-tratamentos no congelamento.

Tratamentos	Cor #					
	Antes			Depois		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
IAF	87,86±0,47 ^d	-4,10±0,04 ^d	34,22±0,10 ^a	67,82±0,08 ^a	-3,86±0,01 ^d	23,60±0,41 ^d
ISB	93,22±0,09 ^c	-0,45±0,01 ^c	31,36±0,06 ^d	61,46±0,08 ^c	0,99±0,04 ^b	36,21±0,18 ^a
ISS	96,80±0,02 ^b	0,64±0,02 ^b	32,98±0,04 ^c	61,99±0,61 ^b	0,17±0,01 ^c	32,05±0,24 ^c
SPT	97,67±0,04 ^a	1,70±0,01 ^a	33,58±0,02 ^{b**}	49,84±0,42 ^d	9,53±0,19 ^a	33,87±0,74 ^{b**}

IAF – Imersão em água fervente

ISB – Imersão em solução de bissulfito de sódio 0,25%

ISS – Imersão em solução de sacarose 35%

SPT – Sem pré-tratamento

Valores da cor ± desvio padrão. Médias com letras iguais não são estatisticamente diferentes ($p > 0,01$) na coluna. ** Médias estatisticamente diferentes ($p < 0,01$) pelo teste t pareado.

TABELA 3 – Resultado do teste da análise descritiva quantitativa com escala estruturada de 9 pontos para o atributo cor das maçãs Fuji e Gala.

Tratamentos	Fuji (a)	Fuji (b)	Gala (a)	Gala (b)
IAF	5,4 ^b	4,4 ^b	4,4 ^b	3,5 ^c
ISB	8,0 ^a	7,0 ^a	8,2 ^a	7,2 ^a
ISS	6,3 ^b	5,3 ^b	7,0 ^a	6,5 ^b
SPT	2,9 ^c	1,9 ^c	3,3 ^b	2,2 ^d

Fuji (a) – Antes do congelamento

Fuji (b) – Depois do congelamento

Gala (a) – Antes do congelamento

Gala (b) – Depois do congelamento

Médias com letras iguais não são estatisticamente diferentes ($p > 0,01$) na coluna.

Não houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre as médias dos pré-tratamentos IAF e ISS na maçã Fuji (antes e depois do congelamento). Para a maçã Gala, não houve diferença estatística significativa ($p < 0,01$) entre o ISB e o ISS e entre o IAF e o SPT antes do congelamento, sendo que os tratamentos IAF e ISS alcançaram aceitabilidade média por parte dos provadores. Na Figura 1 percebe-se o perfil de características para o atributo cor, com a média da aceitabilidade pelo teste ADQ para os pré-tratamentos das duas cultivares de maçã.

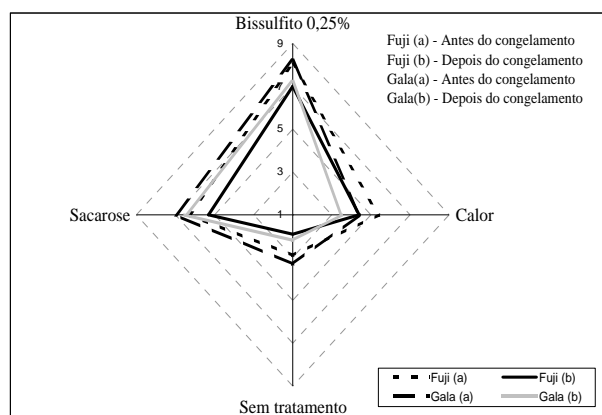


FIGURA 1 – Aceitabilidade das maçãs Fuji e Gala para o teste da análise descritiva quantitativa – Perfil de características para o atributo cor.

CONCLUSÃO

A cor L^* apresentou os melhores valores para a caracterização do escurecimento nas maçãs Fuji e Gala, sendo que o pré-tratamento imersão em água fervente, apresentou maior efetividade na prevenção do escurecimento. No entanto, o pré-tratamento imersão em solução de bissulfito de sódio 0,25%, teve a maior aceitação

no teste da análise descritiva quantitativa para as maçãs Fuji e Gala, não se obtendo relação entre a análise física colorimétrica e a análise afetiva sensorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEVERIDGE, T.; WEINTRAUB, S. E. Effect of blanching pretreatment on color and texture of apple slices at various water activities. **Food Research International**, Barking, v. 28, n. 1, p. 83-86, 1995.

CAMARGO, R. **Tecnologia dos produtos agropecuários**. São Paulo: Nobel, 1986. 123 p.

CHEN, S. C.; COLLINS, J. L.; MCCARTY, I. E.; JOHNSTON, M. R. Blanching of white potatoes by microwave energy followed by boiling water. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, p. 742-743, 1971.

COLLINS, J. L.; MCCARTY, I. E. Comparison of microwave energy with boiling water for blanching whole potatoes. **Journal of Food Technology**, Oxford, v. 23, p. 63-66, 1969.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

GOUPY, P.; AMIOT, M. J.; RICHARD-FORGET, F.; DUPRAT, F.; AUBERT, S.; NICOLAS, J. Enzymatic browning of model solutions and apple phenolic extracts by apple polyphenoloxidase. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, p. 497-505, 1995.

KIDMOSE, U.; MARTENS, H. J.; Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 79, p. 1747-1753, 1999.

- KOEHLER, H. S. **Estatística experimental**. Curitiba: UFPR, 1999. 124 p.
- MANZOCCO, L.; CALLIGARIS, S.; MASTROCOLA, D.; NICOLI, M. C.; LERICI, C. R. Microstructure and nutritional. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 11, n. 9-10, p. 340-346, 2000.
- MAPSON, L. W.; SWAIN, T.; TOMALIN, A. W. Influence of variety, cultural conditions and temperature of storage on enzymic browning of potato tubers. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 13, p. 673-676, 1963.
- MONSALVE-GONZÁLEZ, G. V.; BARBOSA-CÁNOVAS, R. P.; CAVALIERI, A. J.; IYENGAR, R. Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods, 4-hexylresorcinol as antibrowning agent. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, p. 797-800, 1993.
- SEVERINI, C.; PILLI, T. de; BAIANO, A.; MASTROCOLA, D.; MASSINI, R. Preventing enzymatic browning of potato by microwave blanching. **Sciences des Aliments**, Paris, v. 21, p. 149-160, 2001.
- SHARMAN, S. K.; MULVANEY, S. J.; RIZVI, S. S. H. **Food process engineering: theory and laboratory experiments**. New York: J. Wiley & Sons, 2000.
- WHITAKER, J. R.; CHANG, L. Y. Recent advances in chemistry of enzymatic browning. In: SYMPOSIUM ENZYMATIC BROWNING AND ITS PREVENTION; NATIONAL MEETING OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 208., 1994, Washington. **Proceedings...** Washington: [s.n.], 1994. p. 2-7.
- ZHANG, M. **Quick frozen food**. Beijing: Chinese Light Industry, 1998.
- ZHANG, M.; DUAN, Z. H.; ZHANG, J. F.; PENG, J. Effects of freezing conditions on quality of areca fruits. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 61, n. 3, p. 393-397, Feb. 2004.