

SUCO DE NABO NO CONTROLE DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DE MAÇÃ MINIMAMENTE PROCESSADA

ANGÉLICA MASKE¹; ANDRÉIA MASKE²; LAÍS RÖSSLER RECH³; CARLA ROSANE BARBOZA MENDONÇA⁴; CAROLINE DELLINGHAUSEN BORGES⁵

¹Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, CCQFA, bolsista – angelicamaske@hotmail.com

²Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, CCQFA- andreiamaske@hotmail.com

³Discente do Curso de Bacharelado em Química de Alimentos, CCQFA – laisrech@hotmail.com

⁴Docente do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, CCQFA - carlaufpel@hotmail.com

⁵Docente do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, CCQFA, orientador - caroldellin@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Maçãs minimamente processadas têm sido produzidas para serem comercializadas isoladamente ou em conjunto com outras frutas, além de serem utilizadas no preparo de tortas ou saladas. Entretanto, devido ao corte, as reações enzimáticas comprometem a aparência do produto.

O escurecimento ocorre em função da lesão nos tecidos, decorrente do corte e descascamento, que promovem a liberação de substratos dos vacúolos e subsequente reação com enzimas presentes no citoplasma (KOBELITZ, 2008). Dentre estas enzimas, a polifenoloxidase é a principal, esta promove reações oxidativas sobre os compostos fenólicos, gerando a formação de o-quinonas, que ao se polimerizarem, formam pigmentos escuros denominados melanina (LEE, 1999).

O nabo (*Brassica rapa* L.) é considerado fonte de fibras, sais minerais e cálcio (GONDIM, 2010). Além disto, em relação a outros vegetais, apresenta alta atividade da enzima peroxidase (FATIBELLO-FILHO; VIEIRA, 2002). Existem relatos na literatura que demonstram que a peroxidase descolore compostos de estrutura aromática, semelhantes às quinonas formadas pela polifenoloxidase (SELVAM et al., 2003; SILVA et al., 2012), as evidências produzidas nestes estudos, indicam que esse mesmo efeito pode ser produzido nos vegetais, minimizando o escurecimento. Assim, o nabo pode ser uma opção natural para reduzir o escurecimento enzimático ocasionado pela polifenoloxidase nas maçãs minimamente processadas.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o suco de nabo *in natura*, liofilizado e congelado na redução do escurecimento enzimático de maçãs minimamente processadas.

2. METODOLOGIA

Material

Utilizaram-se amostras de maçã (*Malus domestica* Borkh) da cultivar Fuji, cultivadas em Vacaria/RS, e de nabo (*Brassica rapa* L.) em Pelotas/RS. Os vegetais foram selecionados quanto à ausência de defeitos fisiológicos, tamanho, cor e teor de sólidos solúveis totais.

Obtenção do suco de nabo

As amostras de nabo foram lavadas, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm, por 15 minutos, e após foram descascadas. O suco do nabo foi obtido com uma centrífuga de alimentos (Britania BRCT80), após em função dos

tratamentos uma amostra foi submetida ao congelamento a -18 °C por 30 dias e outra foi submetida ao processo de liofilização a - 47 °C e 387 µmHg (LIOBRAS L101), sendo armazenada por 15 dias.

No momento do processamento das maçãs extraiu-se suco de nabo, por meio dos mesmos procedimentos anteriores, e utilizou-se este suco *in natura* a fim de avaliar o efeito comparativamente aos demais.

Processamento

No processamento mínimo, as maçãs foram lavadas e higienizadas, conforme descrito anteriormente, sendo utilizada água resfriada e temperatura ambiente de 18 °C. Após foram cortadas em quatro pedaços, e estes em mais quatro pedaços.

Os seguintes tratamentos foram avaliados: A – Controle (maçã sem tratamento); B – suco de nabo *in natura*; C – suco de nabo congelado; D – suco de nabo liofilizado.

Os pedaços de maçãs foram totalmente submersos nas respectivas soluções por 1 minuto e, em seguida, secos com incidência de ventilação, pelo período de 2 h. Após, as maçãs foram embaladas em bandejas de poliestireno revestidas de policloreto de vinila, com seis pedaços por embalagem. Os produtos foram armazenados a 4 ± 1 °C, durante 10 dias. As análises foram realizadas nos dias 0, 3, 6 e 10.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e 4 períodos de avaliação (0, 3, 6 e 10 dias), com exceção da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase que foi determinada no primeiro e último dia de armazenamento. Cada tratamento foi composto de 48 pedaços de maçã, ou seja, oito repetições (embalagens).

Avaliações

Na análise de cor foram utilizados três pedaços de maçã e realizadas seis leituras em cada período de análise, ou seja, duas leituras em cada pedaço. A coloração foi determinada por meio de um colorímetro Minolta CR 400. Os valores a^* , b^* e L^* foram empregados para calcular o Índice de Escurecimento (IE) de acordo com PALOU et al. (1999), segundo a Equação 1:

$$IE = \frac{[100(X-0,31)]}{0,172} \quad (\text{Eq. 1}) \quad \text{Em que:} \quad X = \frac{(a^*+1,75L)}{(5,64L+a^*-3,02b^*)}$$

As enzimas polifenoloxidase e peroxidase foram extraídas conforme MATSUNO e URITANI (1972), após foi realizada a determinação da atividade das enzimas por espectrofotometria, em triplicata. A atividade enzimática da polifenoloxidase foi expressa em unidade (atividade enzimática capaz de alterar 0,001 de absorbância a 395 nm) por grama de polpa fresca por minuto (UAE.g⁻¹.min⁻¹) (CAMPOS; SILVEIRA, 2003). E a atividade da enzima peroxidase foi expressa em unidade (atividade enzimática capaz de alterar 0,001 de absorbância a 470 nm) por grama de polpa fresca por minuto (UAE.g⁻¹.min⁻¹) (MATSUNO; URITANI, 1972).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias entre os tratamentos foi realizada pelo Teste de Tukey com nível de significância de 5 %, utilizando-se o programa Statistix 10. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram realizadas análises de regressão polinomial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar, em todos os tratamentos, aumento significativo do índice de escurecimento das maçãs minimamente processadas durante o armazenamento (Tabela 1). Até o terceiro dia de armazenamento, o índice de escurecimento das maçãs tratadas com suco de nabo, independente da forma, foi inferior aquelas submetidas ao tratamento controle. Entretanto, ao término do armazenamento, aquelas submetidas ao tratamento com suco *in natura*, ainda apresentaram índice de escurecimento significativamente inferior em relação ao tratamento controle. Já as maçãs submetidas aos demais tratamentos (suco liofilizado e congelado) apresentaram valores inferiores ao controle, entretanto, não foram significativamente diferentes. Assim, a utilização do suco liofilizado e concentrado em maçãs minimamente processadas se torna possível, somente para poucos dias de armazenamento refrigerado.

Tabela 1: Índice de escurecimento de maçãs minimamente processadas tratadas com suco de nabo *in natura*, liofilizado e congelado, armazenadas a 4 ± 1 °C por 10 dias

Tratamento	Dias de armazenamento				Regressão Polinomial
	0	3	6	10	
A	39,52±3,33A	41,80±3,85A	42,78±2,54A	43,50±3,65A	$y = -0,0424x^2 + 0,8969x + 38,724$ $R^2 = 0,994$
B	27,81±2,89B	32,98±4,54B	34,20±4,52B	34,10±3,46B	$y = -0,1256x^2 + 2,1042x + 26,023$ $R^2 = 0,9785$
C	30,42±1,45B	34,12±2,34B	39,28±4,20AB	38,93±6,56AB	$y = -0,1164x^2 + 2,3118x + 27,839$ $R^2 = 0,956$
D	31,20±4,75B	35,89±2,15B	40,26±2,57AB	41,39±2,61AB	$y = -0,1051x^2 + 2,308x + 28,826$ $R^2 = 0,9929$

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamentos: A – Controle (maçã sem tratamento); B – suco de nabo *in natura*; C – suco de nabo congelado; D – suco de nabo liofilizado.

A redução do escurecimento tem sido atribuída à atividade das enzimas peroxidases presentes no nabo (HARTWIG et al., 2014).

Conforme Tabela 2, a atividade das enzimas peroxidases, nas maçãs tratadas com suco de nabo, foi significativamente superior ao tratamento controle, independente do tempo de análise. Já em relação à atividade das enzimas polifenoloxidasas, as maçãs submetidas aos tratamentos com suco de nabo apresentaram atividade inferior ao controle.

Tabela 2: Atividade das enzimas peroxidase (UAE.min⁻¹.g⁻¹) e polifenoloxidase (UAE.min⁻¹.g⁻¹) em maçãs minimamente processadas tratadas com suco de nabo *in natura*, liofilizado e congelado, armazenadas a 4 ± 1 °C por 10 dias

Tratamento	Atividade da enzima peroxidase (UAE.min ⁻¹ .g ⁻¹)		Atividade da enzima polifenoloxidase (UAE.min ⁻¹ .g ⁻¹)	
	Dia		Dia	
	0	10	0	10
A	16,40±0,98 ^B	6,74±0,34 ^B	7,75±0,06 ^A	8,84±0,11 ^A
B	178,33±1,52 ^A	171,67±2,51 ^A	6,60±0,11 ^B	7,60±0,23 ^B
C	177,18±0,12 ^A	170,04±0,94 ^A	6,81±0,12 ^B	7,51±0,11 ^B
D	176,15±0,06 ^A	168,33±1,52 ^A	6,82±0,09 ^B	7,34±0,10 ^B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamentos: A – Controle (maçã sem tratamento); B – suco de nabo *in natura*; C – suco de nabo congelado; D – suco de nabo liofilizado.

Os processos de congelamento e liofilização podem afetar a atividade das enzimas. De acordo com DEKEYSER et al. (1997), no processo de liofilização, a conformação das enzimas pode ser alterada, reduzindo a atividade enzimática. O processo de congelamento pode promover a desnaturação de proteínas devido à cristalização da água o que ocasiona a quebra das ligações de hidrogênio intramolecular (HANAFUSA, 1969). Entretanto, apesar dos valores de atividade da enzima peroxidase ter sido inferiores para os sucos congelado e liofilizado, as diferenças observadas não foram significativas em relação ao suco de nabo in natura (Tabela 2).

4. CONCLUSÕES

Comparativamente ao controle o suco de nabo in natura propiciou o menor escurecimento enzimático em dez dias de armazenamento. Sugere-se a utilização do suco de nabo congelado e liofilizado para reduzir o escurecimento enzimático de maçãs minimamente processadas por até três dias de armazenamento refrigerado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. M. da L. **Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 3p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico, 87).
- DEKEYSER, P. M.; CORVELEYN, S.; DEMEESTER, J.; REMON, J. Stabilization of fully active chymopapain by lyophilization. **International Journal of Pharmaceutics**, v 159, p.19–25, 1997.
- FATIBELLO-FILHO, O.; VIEIRA, I. C. Uso analítico de tecidos e de extratos brutos vegetais como fonte enzimática. **Química Nova**, v.25, n.3, p.455-464, 2002.
- HANAFUSA, N. Denaturation of enzyme Protein by freeze-hawing and freeze drying. In: **NEI, T. Freezing and drying of microorganisms**. University of Tokyo Press: Tokyo, Japan, 1969. p. 117-119.
- HARTWIG, E. S.; NOGUEIRA, D.; MENDONÇA, C. R. B.; SILVA, J.D.F.; ALVES, M. A. M.; BORGES, C. D. Utilização das enzimas peroxidases do nabo no controle do escurecimento enzimático em maçãs minimamente processadas. In: **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, 2014.
- GONDIM, A. **Catálogo brasileiro de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2010. 59p.
- KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de Alimentos-teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 242p.
- LEE, C. Y. Enzymatic browning reaction. In FRANCIS, F. J. **Encyclopedia of food science and technology** (2nd ed.). New York: Wiley, 1999. p. 494-515.
- MATSUNO, H.; URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or black root. **Plant Cell and Physiology**, v.13, n.6, p. 1.091-1101, 1972.
- PALOU, E. et al. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**, v.64, n. 1, p.42-45, 1999.
- SELVAM, K.; SWAMINATHAN, K.; CHAE, K. S. Decolorization of azo dye and a dye industry effluent by a white rot fungus *Thelephora* sp. **Bioresource and Technology**, v. 88, p. 115–119, 2003.
- SILVA, M. C.; CORRÊA, A. D.; TORRES, J. A.; AMORIM, M. T. S. P. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (*Brassica campestris*). **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 889-894, 2012.