

RETENÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EM HORTALIÇAS. 2 - EFEITO DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE BRANQUEAMENTO

I.M. Vianna de Oliveira¹
M.C. Ortiz-Furtuoso¹

INTRODUÇÃO

O branqueamento tem sido um processo térmico muito utilizado na conservação de alimentos. Visa a promover amaciamento, remoção de gases antes do enlatamento e, principalmente, inativar enzimas responsáveis por alterações indesejáveis na cor, sabor e valor nutritivo durante a refrigeração e/ou congelamento de vegetais.

Tanto a refrigeração como o congelamento são métodos usuais para preservar alimentos a nível industrial e domiciliar, sendo que o consumo de produtos congelados tem-se expandido e popularizado no Brasil, sobretudo na última década.

Para vegetais submetidos a essas condições de armazenagem recomenda-se o branqueamento como operação preliminar (SALUNKHE *et alii*, 1974).

As técnicas convencionais de branqueamento utilizam água ou vapor como meios de transferência de calor (LUND, 1977) e tem no pH, e na relação tempo-temperatura os principais fatores condicionantes das perdas, sobretudo de clorofila e vitaminas (DIETRICH *et alii*, 1959; EHEART, 1967; LUND, 1977; NOBLE & GORDON, 1964).

Essas entre outras variáveis tem sido amplamente estudadas, indicando a maioria dos resultados obtidos que a qualidade e a retenção de nutrientes solúveis é maior em hortaliças branqueadas com o uso de vapor, menor pH e

¹ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

relação tempo-temperatura (FENEMA, 1977; LUND, 1977; SALUNKHE et alii, 1974).

No processamento doméstico e mesmo institucional de vegetais, são ainda, comumente, utilizados alguns aditivos, como o cloreto de sódio, sacarose e bicarbonato de sódio, que podem alterar a temperatura de ebulição e mesmo o pH da solução de branqueamento.

No entanto, poucos trabalhos tem sido publicados sobre a influência da adição dessas substâncias à água de branqueamento, sendo os dados relativos à retenção de ácido ascórbico insuficientes para uma avaliação positiva das alterações ocorridas.

Assim, pretendeu-se neste estudo determinar o efeito da presença desses aditivos na solução de branqueamento sobre o ácido ascórbico retido em diferentes hortaliças.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas as seguintes hortaliças: brócoli (*Brassica oleracea*, var. *italica*), couve (*Brassica oleracea*, var. *acefala*), couve-flor (*Brassica oleracea*, var. *botrytis*), espinafre (*Spinacea oleracea*), pimentão (*Capsicum annum*) e repolho (*Brassica oleracea*, var. *capitata*).

Esses vegetais, usualmente consumidos na região e obtidos comercialmente no mercado municipal de Piracicaba, SP, foram mantidos sob as mesmas condições de embalagem e refrigeração (4°C por 10 h) até o início do processamento.

Tratamento preliminar - Após lavagem dos vegetais, foram escolhidas as porções comestíveis e desprezadas aquelas consideradas qualitativamente inferiores, sendo também removido o excesso de água. Amostras homogêneas e representativas de cada hortaliça foram, então, retiradas para os diferentes tratamentos.

Branqueamento - As amostras separadas em quatro porções foram submetidas à imersão em água (com ou sem aditivos: sacarose 1,25%; Na_2CO_3 0,25%; NaCl 1,25% e 2,5%) sob ebulição à 90°C por 1 e 1/2 min. O branqueamento em NaCl 2,5% foi precedido de maceração por 24 h. Após resfriamento, em temperatura ambiente, procedeu-se a pesagem (60 g) e determinação de ácido ascórbico nas hortaliças tratadas e nas soluções de branqueamento. Também foi determinado o pH inicial e final das soluções de branqueamento.

Determinação de ácido ascórbico - O ácido ascórbico reduzido foi quantificado nas amostras e nas soluções de branqueamento pelo método sugerido por FREED (1966), utilizando 2,6 - diclorofenol indofenol. A extração foi feita em ácido oxálico 2% com subsequente diluição em ácido oxálico 1%. Nas soluções de branqueamento, as diluições foram feitas com ácido oxálico 2% (1:1 v/v). O total de ácido ascórbico retido na hortaliça foi obtido através da relação percentual entre o teor de nutriente na amostra branqueada e o teor na amostra crua. A percentagem de recuperação foi calculada considerando a quantidade de ácido ascórbico perdido que permaneceu na solução de branqueamento.

Análise estatística - Foi feita através da análise de variância sendo as diferenças verificadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância (STEEL & TORRIE, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de ácido ascórbico das amostras cruas e branqueadas de todas as hortaliças são apresentados no quadro I. Os resultados para as hortaliças cruas, quando comparados a valores médios registrados por WATT & MERRILL (1963) mostraram-se pouco mais altos para couve-flor e pimentão e significativamente mais baixos para brócoli, espinafre e repolho.

Quadro 1. Total de ácido ascórbico reduzido (AA) e porcentagem retida em hortaliças submetidas a branqueamento.

Soluções de branqueamento	Hortaliças					Repolho
	Brocoli	Couve	Couve-flor	Espinafre	Pimentão	
H ₂ O						
AA (mg/100 g)	59,6 ± 0,0 ^{b*}	67,2 ± 0,0 ^b	54,8 ± 0,0 ^c	3,5 ± 0,0 ^b	119,2 ± 0,5 ^c	25,4 ± 0,0 ^c
retenção (%)	84,8 ± 0,0	68,0 ± 0,0	61,6 ± 0,0	39,6 ± 0,0	83,0 ± 0,4	78,3 ± 0,0
Sacarose 1,25%						
AA (mg/100 g)	41,8 ± 0,2 ^e	56,2 ± 0,0 ^c	51,8 ± 0,0 ^d	3,6 ± 0,1 ^b	103,7 ± 0,6 ^d	23,1 ± 0,0 ^d
retenção (%)	59,4 ± 0,3	56,9 ± 0,0	58,3 ± 0,0	40,9 ± 0,7	72,2 ± 0,4	71,3 ± 0,0
Na ₂ CO ₃ 0,25%						
AA (mg/100 g)	48,3 ± 0,2 ^d	43,3 ± 0,0 ^d	54,6 ± 0,1 ^c	2,2 ± 0,0 ^c	139,1 ± 0,4 ^b	20,4 ± 0,0 ^e
retenção (%)	68,7 ± 0,3	43,8 ± 0,0	61,5 ± 0,2	25,1 ± 0,0	96,8 ± 0,3	63,1 ± 0,0
NaCl 1,25%						
AA (mg/100 g)	69,7 ± 0,2 ^a	74,1 ± 0,5 ^{a*}	64,1 ± 0,0 ^a	4,5 ± 0,0 ^a	105,0 ± 0,0 ^d	30,1 ± 0,2 ^a
retenção (%)	99,1 ± 0,3	75,0 ± 0,6	65,6 ± 0,0	51,1 ± 0,0	73,1 ± 0,0	93,0 ± 0,6
NaCl 2,50%						
AA (mg/100 g)	49,7 ± 0,0 ^c	35,5 ± 0,2 ^e	59,3 ± 0,4 ^b	1,6 ± 0,0 ^d	159,6 ± 1,9 ^a	29,7 ± 0,0 ^b
retenção (%)	70,7 ± 0,0	35,9 ± 0,2	66,7 ± 0,5	17,6 ± 0,0	111,1 ± 1,3	91,6 ± 0,0
mg/100 g de hortaliça crua	70,3 ± 0,8	98,8 ± 0,2	88,9 ± 0,0	8,9 ± 0,3	143,6 ± 0,5	32,4 ± 0,0

! A porcentagem de ácido ascórbico retido foi calculada através da relação: $\frac{\text{AA na amostra branqueada (mg)}}{\text{AA na amostra crua (mg)}} \cdot 100$.

* Médias, na mesma coluna, seguidas de letras iguais não diferem significativamente ($P > 0,05$; Tukey). A análise estatística se refere igualmente ao ácido ascórbico total (mg/100 g) e à porcentagem de retenção de ácido ascórbico.

Quanto ao efeito do branqueamento, observa-se que, para todas as hortaliças testadas (exceto o pimentão), a retenção de ácido ascórbico foi significativamente maior no tratamento com NaCl 1,25% ($P < 0,05$). Por sua vez, o tratamento com NaCl 2,5% apresentou resultados favoráveis para hortaliças de sabor acentuado (couve-flor, repolho) e melhor porcentagem retida para o pimentão.

O branqueamento convencional, ou seja, com água sem aditivos, resultou em níveis de retenção significativamente inferiores aos obtidos com o emprego de NaCl 1,25% para todas as hortaliças, porém mais elevados do que com NaCl 2,5% para brócoli, couve e espinafre.

Considerando-se, para cada tratamento, a porcentagem média de ácido ascórbico retido em todas as hortaliças utilizadas, confirmou-se melhores resultados com o uso de NaCl 1,25% (76,1%) e piores com sacarose 1,25% e Na_2CO_3 0,25% (59,9% e 59,8%, respectivamente).

HUDSON *et alii* (1974) obtiveram, com o branqueamento de couve de Bruxelas em água ou água adicionada de NaCl 1,2%, níveis semelhantes de ácido ascórbico e deidroascórbico e mais elevados do que com o uso de solução de sacarose 1,2%. Adicionalmente, o tratamento com cloreto de sódio melhorou o sabor e a cor do vegetal, segundo os autores, por reduzir a conversão de clorofila *a* feofitina.

WOYKE & SZANIAŃSKA (1969) também verificaram que o branqueamento com cloreto de sódio tem um efeito não só estabilizador na vitamina C como favorável às propriedades organolépticas de couve-flor e brócoli armazenados por 3-6 meses em freezer.

Em relação à média de todos os tratamentos para cada hortaliça, as que apresentaram retenção acima de 70% foram pimentão, brócoli e repolho (89,2%; 76,5% e 79,4% de retenção média).

FISHER & VAN DUYNE (1952) encontraram 70% de ácido

ascórbico retido em brócoli branqueado por 3 minutos em água quente, resultado significativamente inferior ao obtido neste trabalho para o branqueamento em água (84,8%) e sobretudo em NaCl 1,25% (99,1%). Para espinafre, no entanto, somente com o uso de NaCl 1,25% se conseguiu retenção semelhante a desses autores (aproximadamente 50%).

Não só espinafre mas também couve e couve-flor mostraram níveis mais baixos de retenção que as demais hortaliças com qualquer das soluções (34,8%; 55,9% e 62,7% em média, respectivamente). Logo a perda de ácido ascórbico durante o branqueamento foi maior para essas hortaliças, provavelmente em decorrência de uma maior facilidade de troca iônica com o meio aquoso. Realmente, couve, couve-flor e espinafre foram as hortaliças que, em média, mais alcalinizaram as soluções de branqueamento, aumentando o pH inicial médio (pH = 4,96) duas vezes mais que o pimentão ou brócoli (quadro II).

Observa-se, pois, uma correlação inversa entre o pH da solução de branqueamento e a porcentagem de retenção de ácido ascórbico. Essa correlação é ainda mais evidente quando se considera os tratamentos com NaCl 1,25%, NaCl 2,5% e Na₂CO₃ 0,25%, onde o pH final médio para todas as hortaliças foi de respectivamente 5,6; 6,1 e 8,7 e a porcentagem de retenção 76,1%; 65,6% e 59,8%, mostrando um alto coeficiente de correlação ($r = 0,999$).

Sabe-se que o pH alcalino provoca maiores perdas de ácido ascórbico (HUDSON et alii, 1964; SALUNKHE et alii, 1974), o que justificaria os resultados encontrados.

Também, a porcentagem média de recuperação de ácido ascórbico nas soluções de branqueamento foi menor com pH alcalino (quadro III), variando de 7% (tratamento com Na₂CO₃ 0,25%) a 25% (tratamento sem aditivos e com NaCl 2,5%) bastante próxima, portanto, de valores obtidos para os mesmos vegetais com diferentes métodos de cocção (VIANNA DE OLIVEIRA & ORTIZ-FURTUOSO, 1985). Em soluções de NaCl 1,25%, a recuperação para todas as hortaliças foi razoável e intermediária, exceto para o brócoli (recuperação 8 vezes menor do que em água em aditivos).

Quadro II. Valores de pH das soluções de branqueamento.

Soluções	pH inicial	pH pós-branqueamento						
		Brócoli	Couve	Couve-flor	Espinafre	Pimentão	Repolho	
H ₂ O	4,5	5,8	6,4	6,0	6,3	4,6	5,9	
Sacarose 1,25%	4,2	5,2	5,8	5,8	6,4	3,8	5,9	
Na ₂ CO ₃ 0,25%	8,8	7,5	8,7	9,3	9,0	8,9	9,0	
NaCl 1,25%	4,1	4,4	6,2	6,0	6,2	4,6	6,0	
NaCl 2,50%	3,2	6,0	6,6	6,4	6,3	6,1	5,3	

Quadro III. Total de ácido ascórbico reduzido recuperado nas diferentes soluções pós-branqueamento.

Soluções de branqueamento ¹	Hortaliças					
	Brócoli	Couve	Couve-flor	Espinafre	Pimentão	Repolho
H ₂ O						
AA (mg/100 ml)	8,8 ± 0,1 ^{a*}	3,7 ± 0,0 ^a	5,1 ± 0,1 ^b	0,2 ± 0,0 ^a	1,9 ± 0,0 ^a	1,9 ± 0,0 ^a
Recuperação (%) ²	82,2	11,7	15,0	3,7	7,8	27,1
Sacarose 1,25%						
AA (mg/100 ml)	7,4 ± 0,1 ^b	3,1 ± 0,1 ^b	4,7 ± 0,1 ^c	0,1 ± 0,0 ^{ab}	1,9 ± 0,0 ^a	1,8 ± 0,0 ^b
Recuperação (%)	26,0	7,3	12,7	1,9	4,8	19,4
Na ₂ CO ₃ 0,25%						
AA (mg/100 ml)	1,5 ± 0,1 ^e	0,6 ± 0,1 ^e	3,2 ± 0,0 ^e	0,1 ± 0,1 ^{ab}	0,8 ± 0,1 ^d	0,4 ± 0,0 ^e
Recuperação (%)	6,8	1,1	9,3	1,5	17,8	3,3
NaCl 1,25%						
AA (mg/100 ml)	4,3 ± 0,0 ^d	2,4 ± 0,1 ^c	3,6 ± 0,1 ^d	0,1 ± 0,0 ^{ab}	1,7 ± 0,1 ^b	1,1 ± 0,0 ^d
Recuperação (%)	10,0	9,7	14,5	2,3	4,4	47,8
NaCl 2,5%						
AA (mg/100 ml)	5,2 ± 0,0 ^c	1,2 ± 0,1 ^d	8,6 ± 0,1 ^a	0,2 ± 0,0 ^a	1,0 ± 0,1 ^c	1,7 ± 0,0 ^c
Recuperação (%)	24,8	1,9	29,1	2,7	-	66,7

¹ Durante o branqueamento houve 20-25% de perda de líquido.

² Recuperação = porcentagem do ácido ascórbico perdido que foi recuperado na solução pós-branqueamento.

* Médias, na mesma coluna, seguida de letras iguais não diferem significativamente (P > 0,05; Tukey). Análise estatística se refere apenas ao ácido ascórbico reduzido em mg/100 ml.

Quando se analisam os resultados para cada hortaliça verifica-se melhor recuperação para couve-flor e repolho em NaCl 2,5% e para brócoli, couve e espinafre em água sem aditivos. Mesmo assim, a recuperação para couve e espinafre foi insignificante, embora essas hortaliças tenham apresentado as maiores perdas no processamento (perda média para todos os tratamentos igual a 65% e 44%, respectivamente).

Verifica-se, portanto, pelos quadros I e III que a porcentagem média de ácido ascórbico perdido durante o branqueamento (considerando todas as hortaliças e tratamentos) foi de aproximadamente 34% mas sua recuperação média nas soluções utilizadas foi de apenas 16%, mesmo com a pequena perda de 20% de líquido (quadro IV), em decorrência de evaporação ou absorção pela hortaliça.

Considerando todos os resultados pode-se concluir que a adição de NaCl 1,25% no branqueamento das hortaliças utilizadas é recomendável visto que minimiza as perdas de vitamina C e provavelmente de outras vitaminas hidrossolúveis, sendo desaconselhável o uso de sacarose e bicarbonato. Contudo, todos os tratamentos estudados causaram perdas significativas de ácido ascórbico, concordando com outros trabalhos sobre branqueamento em diferentes condições (EHEART, 1967; NOBLE & GORDON, 1964). Pode-se considerar ainda que a lixiviação e a termo-degradação foram igualmente responsáveis por estas perdas.

RESUMO

O efeito de diferentes condições de branqueamento sobre a retenção de ácido ascórbico foi estudado em hortaliças usualmente consumidas.

Os aditivos utilizados na água de branqueamento foram: cloreto de sódio (1,25% e 2,5%), sacarose (1,25%) e bicarbonato de sódio (0,25%).

Quadro IV. Volume final de líquido pós-branqueamento¹.

Soluções de branqueamento	Total de líquido pós-branqueamento					
	Brócoli	Couve	Couve-flor	Espinafre	Pimentão	Repolho
H ₂ O						
ml de líquido	230	280	240	230	228	260
% do inicial ¹	77	93	80	77	76	87
Sacarose 1,25%						
ml de líquido	240	285	280	225	230	240
% do inicial	80	95	93	75	77	80
Na ₂ CO ₃ 0,25%						
ml de líquido	240	250	225	235	235	240
% do inicial	80	83	75	78	78	80
NaCl 1,25%						
ml de líquido	230	250	240	230	230	250
% do inicial	77	83	80	77	77	83
NaCl 2,50%						
ml de líquido	236	160	210	245	238	250
% do inicial	79	53	70	81	79	83

¹ Volume inicial = 300 ml para todos os tratamentos; Relação sólido-líquido = 1:5 (p/v).

Considerando um valor médio de ácido ascórbico relativo a todas as hortaliças testadas, obteve-se retenção significativamente maior no tratamento com NaCl 1,25% (76%) e menor com o uso de sacarose 1,25% e Na₂CO₃ 0,25% (60% aproximadamente).

A porcentagem média de ácido ascórbico perdido durante o branqueamento foi de aproximadamente 34%, do qual se recuperou na solução final cerca de 16%.

SUMMARY

The effects of different blanching conditions on the ascorbic acid retention of usually consumed vegetables were studied.

The additives used in blanching water were: sodium chloride (1.25% and 2.5%), sucrose (1.25%) and sodium bicarbonate (0.25%).

Taking a mean value of ascorbic acid retention for all of the vegetables, a significantly higher retention was observed with NaCl 1.25% treatment (76%) and a lower one with the sucrose 1.25% and Na₂CO₃ 0.25% (60%).

The mean percentage of ascorbic acid lost during blanching procedures was approximately 34 per cent and the recuperation in the blanching solution was of about 16 per cent.

LITERATURA CITADA

DIETRICH, W.C., R.L. OLSON, M.D. NUTTING, H.J. NEUMANN, M.M. BOGGS, 1959. Time - Temperature tolerance of frozen foods. XVIII. Effect of Blanching Conditions on Color Stability of Frozen Beans. *Food Technology* 13:258-261.

- EHEART, M.S., 1967. Effect of microware - Vs. Water blanching on nutrients in broccoli. *J. Am. Dietet. Assoc* 50:207-211.
- FENNEMA, O., 1977. Effects of freeze-preservation on nutrients. In: HARRIS, R.S. & KARMAS, E. **Nutritional Evaluation of Food Processing**, 2^a Ed., Westport, The AVI Publishing Company, Inc., p. 244-289.
- FISHER, W.D. & F.O. VAN DUYN, 1952. Effect of variations in blanching on quality of frozen broccoli, snap and spinach. *Food Research* 17:315-325.
- FREED, M. (ed.), 1966. **Methods of vitamin assay**, 3^a ed., Chicago, Interscience Publishers, 424 p., p. 294-299.
- HUDSON, M.A., E.P. SHARPLES & M. LEACH, 1974. Quality of home frozen vegetables. I. Effects of blanching and/or cooling in various solutions on organoleptic assessments and Vitamin C content. *J.Fd.Technol.* 9: 95-103.
- LUND, D.B. Effects of blanching, pasteurization and sterilization on nutrients. In: HARRIS, R.S. & KARMAS, 1977. **Nutritional Evaluation of Food Processing**, 2^a ed., Westport, The AVI Publishing Company, Inc., p. 244-289.
- NOBLE, I. & J. GORDON, 1964. Effect of blanching method on ascorbic acid and color of frozen vegetables. *J. Am. Dietet. Assoc.* 44:120-123.
- SALUNKHE, D.K. PAO & G.G. DULL. Assessment of nutritive value, quality and stability of cruciferous vegetables during storage and subsequent to processing. In: SALUNKHE, D.K. (Ed.), 1974. **Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruit and Vegetables**. Cleveland, Ohio, CRC Press, Inc., 166 p., p. 1-38.
- STEEL, R.G. & J.H. TORRIE, 1980. Principles and procedure of statistics. A biometrical approach. 2 ed. Tokio, McGraw-Hill Kogakuska Ltda 633 p.

- VIANNA DE OLIVEIRA, I.M. & M.C. ORTIZ-FURTUOSO, 1985. Retenção de ácido ascórbico em hortaliças: 1 - Efeito de diferentes métodos de cocção. OIKOS, (aceito para publicação).
- WATT, B.K. & A.L. MERRIL, 1963. **Composition of foods: raw, processed, prepared.** Washington, D.C., United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook nº 8:189 p.
- WOYKE, H. & E.P. SZANIAWASKA. Przem. spozym, 6: 256, 1969. Apud: HUDSON, M.A., SHARPLES, V.J., PICKFORD, E. & LEACH, M., 1974. Quality of home frozen vegetables. I. Effects of blanching and/or cooling in various solutions on organoleptic assessment and vitamin C content. **J.Fd.Technol.** 9:95-103.