

INFLUÊNCIA DE ALGUNS MÉTODOS DE CONTROLE DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO NAS PROPRIEDADES ORGANOLÉTICAS DA MAÇÃ OHIO BEAUTY CONSERVADA POR CONGELAÇÃO E LIOFILIZAÇÃO *

JOÃO NUNES NOGUEIRA **

RESUMO

Foi estudada a influência de tres métodos de controle de escurecimento enzimático (branqueamento, ácido ascórbico e SO_2) nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços da variedade Ohio Beauty, conservada por congelação e liofilização. Imediatamente após seu recebimento, uma terça parte das frutas foi processada. Outra terça parte foi colocada em câmara fria a 10°C por tres semanas e a restante deixada sob as mesmas condições por seis semanas, sendo estas duas últimas processadas imediatamente após os respectivos tempos de armazenamento prévio.

Os resultados mostraram que, para a congelação, o branqueamento foi o melhor tratamento para todos os atributos de qualidade, exceto para cor, em que o ácido ascórbico foi mais eficiente. Este último foi ligeiramente superior ao SO_2 quanto à qualidade geral do produto. Para a liofilização, o tratamento com SO_2 foi superior ao branqueamento quanto ao sabor e qualidade geral do produto, porém, foi inferior quanto à cor. Nenhum dos tratamentos, entretanto, controlou de maneira eficiente o escurecimento no produto liofilizado.

INTRODUÇÃO

O escurecimento, que normalmente ocorre na maçã, é resultado de oxidações enzimáticas. Segundo PONTING & JOSLYN (1948) e PONTING (1960), a maioria das reações enzimáticas que causam o escurecimento em frutas, são catalizadas pela polifenol oxidase. Dessa maneira, esta enzima é de importância fundamental no processamento de frutas, onde na maioria das vezes, nenhum escurecimento é desejado.

No caso de frutas em geral, particularmente em maçã, parece que os dois atributos de qualidade mais importantes são cor e textura, principalmente o primeiro, pois o consumidor julga inicialmente a qualidade do produto pela aparência (WILEY, 1965). Daí a necessidade de se empregarem métodos adequados para evitar que os pedaços de maçã percam a sua cor clara nor-

* Entregue para publicação em 4/12/73.

** Professor Assistente Doutor do Departamento de Tecnologia Rural, ESALQ — U. S. P.

mal no produto processado. Segundo PONTING (1960) um dos métodos que poderia ser empregado para o controle desse fenômeno, seria a seleção de variedades que contenham baixas concentrações de substratos para essas reações. Esta medida porém, só é possível a longo prazo e além disso é cara. De um modo geral portanto, o controle do escurecimento enzimático é limitado à inibição da enzima ou remoção do oxigênio ou, como acontece algumas vezes, ao emprego de uma combinação dos dois métodos.

O calor é provavelmente o meio mais simples e mais utilizado para a inativação da polifenol oxidase, bem como de outras enzimas indesejáveis no processamento de alimentos. O calor tem sido comercialmente utilizado em larga escala na operação de branqueamento, quando do preparo de alimentos a serem conservados pelos diversos métodos de conservação (PONTING, 1960). CRUESS & SEAGRAVE-SMITH (1946), GULLETT (1957-1958) e BOYLE & WOLFORD (1968) relataram entretanto, que o emprego do calor apresenta algumas desvantagens pois, pode ocasionar alterações indesejáveis nas propriedades organoléticas, físicas e químicas dos alimentos. Se o tratamento térmico for muito severo o produto perde completamente a textura, prejudicando assim a sua qualidade (U. S. D. A., 1945 e SMOCK & NEUBERT, 1950). SHALLENBERGER et al. (1963) verificaram que o branqueamento a vapor, à temperaturas elevadas, favoreceu a textura dos pedaços de maçã quando conservados por appertização. Por outro lado DOUGHERTY et al. (1966) relataram que o branqueamento a vapor, à temperaturas acima de 100°C, foi prejudicial à qualidade dos pedaços de maçã, porém, estes apresentaram uma boa coloração. Estudando o controle do escurecimento enzimático em três variedades de maçã, NOGUEIRA (1970) chegou a conclusão que o branqueamento a vapor dava melhores resultados quando a fruta era conservada por congelação.

Vários compostos químicos têm sido citados como eficientes no controle do escurecimento enzimático em frutas, mas eles em sua maioria são tóxicos e não podem ser utilizados em alimentos. Segundo CRUESS & FONG (1929), JOSLYN & MRAK (1930), CALDWELL et al. (1955) e REED & UNDERKOFFLER (1966) o SO₂ é, dentre os agentes químicos, o mais comumente empregado e provavelmente o mais eficiente no controle do escurecimento enzimático. É também barato, não requer equipamento especial para sua aplicação, sendo a perda de sólidos solúveis por lixiviação menor que no branqueamento a vapor (U. S. D. A., 1945). Experimentos feitos com maçã, em que foram utilizados vários compostos de enxôfre, indicaram que o ácido sulfuroso tem um poder de penetração melhor do que os sulfitos (U. S. D. A., 1945 e CALDWELL et al., 1955). Entretanto, a velocidade de penetração de alguns sais como o bissulfito de sódio, pode ser aumentada abaixando o pH (U. S. D. A., 1945 e WALKER et al., 1955) ou utilizando soluções aquecidas (PONTING, 1960). É também grande a preferência pelo uso do bissulfito de sódio na indústria de alimentos porque o seu manuseio é simples e não produz cheiro desagradável e irritante para os operários (REED & UNDERKOFFLER, 1966).

Segundo PONTING (1960), depois do SO₂ os ácidos são os agentes químicos mais utilizados como inibidores do escurecimento enzimático. Os áci-

dos baixam o pH e sabe-se que a atividade da polifenol oxidase pode ser consideravelmente inibida quando o pH do meio é suficientemente baixo (BAUERNFEIND, 1953, e PONTING, 1960). Entretanto, dentre os ácidos utilizados no processamento de alimentos, SMOCK & NEUBERT (1950), PONTING (1960) e CORSE (1964) citam que o ácido ascórbico é provavelmente o preferido e também o mais eficiente. De acordo com PONTING (1960) a razão desta preferência é que o ácido ascórbico, além de baixar ligeiramente o pH, é um excelente anti-oxidante, evitando dessa maneira que o escurecimento enzimático ocorra. Além disso é uma vitamina, é de preço relativamente barato e não prejudica o sabor e o aroma do produto (PONTING, 1960 e CORSE, 1964) mesmo quando utilizado em concentrações elevadas (CALDWELL et al., 1955).

Tendo em vista esses fatos, o autor se propôs, neste trabalho, a estudar a influência de alguns métodos de controle do escurecimento enzimático nas propriedades organolépticas da maçã Ohio Beauty, conservada por congelamento e liofilização.

MATERIAL E MÉTODOS

A variedade em estudo, Ohio Beauty, foi obtida no município de Angatuba, Estado de São Paulo. As frutas foram colhidas num estágio de amadurecimento considerado ótimo para o consumo «in natura» e apresentaram pH 2,9 e Brix 10,0. As maçãs, após a colheita, foram imediatamente transportadas para o Departamento de Tecnologia Rural da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», da Universidade de São Paulo, em Piracicaba. Após seu recebimento, uma terça parte das frutas foi imediatamente processada. Outra terça parte foi colocada em câmara fria a 1°C por três semanas e a restante deixada sob as mesmas condições por seis semanas, sendo estas duas últimas processadas imediatamente após os respectivos tempos de armazenamento prévio.

Para cada lote de frutas em cada tempo de armazenamento prévio, foram utilizados dois métodos de processamento, ou seja, congelamento e liofilização. Para a congelamento empregou-se três tratamentos para evitar o escurecimento enzimático, assim identificados: A (branqueamento), B (ácido ascórbico) e C (SO₂). Por outro lado para a liofilização utilizou-se o branqueamento (tratamento D) e o SO₂ (tratamento E).

As maçãs foram descascadas à mão e cortadas em oito pedaços, tendo-se o cuidado de mergulhá-las em uma solução de cloreto de sódio a 2%, como tratamento preventivo temporário para evitar o escurecimento enzimático. O tratamento definitivo para evitar a reação de escurecimento, foi feito como já foi citado, empregando-se o branqueamento, ácido ascórbico e SO₂.

Branqueamento

O branqueamento foi feito por imersão dos pedaços de maçã em água fervente (98°C) durante 3 minutos. O tempo mais adequado de branqueamento

foi determinado utilizando-se, para verificação da eficiência do tratamento, o teste do catecol (U. S. D. A., 1945). Após o branqueamento os pedaços de maçã foram imediatamente resfriados em água corrente.

Tratamento com Ácido Ascórbico

Os pedaços de maçã foram tratados com ácido ascórbico na proporção de 360 mg por litro de xarope de sacarose a 50° Brix, no qual o material foi processado.

Tratamento com SO₂

Neste tratamento, o metabissulfito de sódio foi utilizado como fonte de SO₂. A solução foi preparada de modo a conter 2.000 ppm de SO₂, sendo a sua temperatura de cerca de 30°C. Os pedaços de maçã foram imersos por 1 minuto e meio nesta solução, sendo em seguida colocados em bandejas onde permaneceram em repouso, ao ar livre, por 7 horas. Este tempo utilizado, suficiente para a completa inativação das enzimas, foi também determinado pelo teste do catecol.

Acondicionamento

Após o tratamento, os pedaços de maçã foram acondicionados, apenas para fins de armazenamento, em latas n.º 2 (8,6 x 11,6 cm), sem revestimento interno de verniz. As frutas liofilizadas também foram acondicionadas no mesmo tipo de latas.

Congelação

A parte das frutas, destinadas à congelação, foi devidamente acondicionada com xarope de sacarose a 50° Brix, em latas que foram fechadas hermeticamente e colocadas em um congelador a -30°C. Em cada lata foram colocadas 300 g de pedaços de maçã quimicamente tratadas (ácido ascórbico ou SO₂) e mais 300 ml de xarope de sacarose a 50° Brix. No caso dos pedaços branqueados, foram colocados em cada lata 400 g de fruta e mais 200 ml de xarope de sacarose a 50° Brix. Com o branqueamento os pedaços de maçã se tornaram mais flexíveis o que permite a colocação de uma quantidade maior de material em cada lata. O material congelado permaneceu armazenado por três meses.

Liofilização

Os pedaços de maçã a serem liofilizados (tratados com SO₂ e branqueados) foram colocados diretamente nas bandejas do liofilizador e congelados a -30°C. Atingida esta temperatura, as bandejas foram retiradas do congelador e levadas para o liofilizador (VIRTIS de laboratório, modelo n.º 10-145-MRBA) para o início da operação de desidratação propriamente dita. Ao receber as bandejas, a temperatura da câmara de liofilização era de -40°C. A câmara de liofilização foi então hermeticamente fechada e quando os termômetros indicaram que a temperatura do produto era de -40°C, o sistema de refrigeração foi desligado. Ato contínuo foi ligada a bomba de vácuo até

que a pressão atingisse 0,5 micron de Hg e em seguida o sistema de aquecimento, acertando-se os termostatos, das prateleiras correspondentes à cada bandeja, para 45°C. O vácuo da câmara foi mantido entre 0,4 a 0,5 micron de Hg. Cada ciclo de liofilização teve a duração de 20 a 24 horas, dependendo do tamanho da espessura dos pedaços de maçã.

Quando a temperatura do produto atingiu a temperatura das prateleiras, ou seja, 45°C, considerou-se por terminada a operação de desidratação. Apenas como uma medida de segurança, esperou-se mais uma hora para abrir a câmara de liofilização. O liofilizador foi então desligado e o vácuo da câmara quebrado com ar.

Os pedaços de maçã desidratados foram imediatamente acondicionados em latas que foram, em seguida, hermeticamente fechadas e armazenadas à temperatura ambiente por três meses.

Avaliação Organolética

A qualidade dos pedaços de maçã processados por congelamento e liofilização, após três meses de armazenamento, foi avaliada na forma de torta de maçã. Este método de avaliação é bastante válido uma vez que o material é praticamente reprocessado (DALRYMPLE & FEUSTEL, 1965 e GOULD, 1968).

Para a confecção das tortas foi utilizada uma receita padrão segundo McDERMOTT et al. (1967), tomando-se o cuidado de não empregar nenhum aditivo que pudesse prejudicar a avaliação da qualidade dos pedaços de maçã. As tortas foram assadas em fornos elétricos automáticos (GE, modelo n.º JC 16A 3WH) por 15 minutos a 230°C e por mais 35 minutos a 175°C.

As propriedades organoléticas dos pedaços de maçã das tortas, foram avaliadas em termos de cor, sabor e textura por uma equipe de dez julgadores, selecionada e treinada para este tipo de julgamento (DAWSON, 1964 e JORGE & GARRUTTI, 1964). Cada amostra, correspondente a dado tratamento foi servida ao julgador duas vezes, porém em sessões consecutivas, para assegurar uma melhor avaliação do produto. A amostra consistiu em um pedaço correspondente a 1/12 da torta, cortado em forma de cunha. As amostras previamente codificadas, foram servidas em bandejas de alumínio, e cada julgador avaliou os produtos dando-lhes nota de 1 a 10 para cor, sabor e textura, sendo adotado o seguinte critério: 1 — péssimo; 2, 3 — ruim; 4, 5, 6 — regular; 7, 8, 9 — bom — e 10 — ótimo.

A avaliação foi feita em cabines individuais dotadas de luz vermelha. Inicialmente cada julgador avaliou a cor dos pedaços de maçã utilizando-se da luz fluorescente normal do laboratório, uma vez que a parte superior das cabines é removível. Em seguida a ordem das amostras foi trocada e então cada julgador avaliou a textura e o sabor dos pedaços de maçã, utilizando-se para isso apenas da luz vermelha, que tem a capacidade de mascarar a cor do material, tornando-o de coloração uniforme, impedindo que ela influísse no julgamento.

Métodos estatísticos

Para a análise estatística os resultados obtidos foram agrupados segundo recomendações de GOULD (1968), sendo tiradas as médias aritméticas das duas notas dadas por julgador, à cada tratamento. A qualidade geral de cada tratamento foi obtida tomando-se a média das notas dadas, por julgador, para cor, sabor e textura.

Os resultados foram estatisticamente analisados utilizando-se a análise da variância, e o teste F (GOMES, 1970). A comparação das médias dos tratamentos, duas a duas, nos diferentes períodos de armazenamento prévio, foi feita com a utilização do teste TUKEY (GOMES, 1970). Este teste foi aplicado somente nos casos em que os valores de F eram significativos ao nível de 5 ou 1% de probabilidade. Por outro lado, o coeficiente de variação (C. V.) foi calculado somente nos casos em que o valor de F apresentou resultado não significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados para cor, sabor, textura e qualidade geral correspondem às médias das notas dadas pelos dez julgadores.

Congelação

Pelos QUADROS 1, 2 e 3 pode-se observar que os métodos utilizados para a inativação de enzimas influíram nas propriedades organolépticas da maçã em pedaços, conservada por congelação (tratamentos A, B e C), exceto para qualidade geral com zero e seis semanas de armazenamento e para sabor com seis semanas, onde não foram constatadas diferenças estatísticas significativas.

Fazendo-se uma comparação geral, o branqueamento (A) foi o melhor tratamento, exceto para cor (QUADROS 1 e 3) em que o tratamento com ácido ascórbico (B) foi superior. Em termos de qualidade geral, o tratamento com ácido ascórbico foi ligeiramente superior ao tratamento com SO₂ (C).

NOGUEIRA (1970), estudando o controle do escurecimento enzimático em três variedades de maçã, chegou também a conclusão que o branqueamento dava melhores resultados quando a fruta era destinada ao congelamento. Entretanto, U. S. D. A. (1945), GULLETT (1957-1958), PONTING (1960) e BOYLE & WOLFORD (1968) atribuem ao branqueamento uma série de vantagens (perda de sabor, textura etc.) em relação a outros métodos de inativação de enzimas. Por essa razão concluiu-se que a escolha do método de inativação de enzimas para o processamento de maçãs, deve estar condicionado não somente à variedade mas também ao método de conservação a ser utilizado.

Não foi detectada pelos julgadores, a presença de SO₂ nas amostras tratadas com este composto químico. Entretanto, CALDWELL et al. (1955) e NOGUEIRA (1970) relataram que maçãs tratadas com SO₂ e conservadas por congelação retinham esta substância em quantidade suficiente para dar sabor desagradável ao produto. Segundo U. S. D. A. (1945), WALKER et al. (1955),

PONTING (1960) e NOGUEIRA (1970) a retenção do SO_2 pelas maçãs parece estar condicionada não só à concentração e tempo de imersão, como também à temperatura e pH da solução utilizada no tratamento.

De um modo geral, o tratamento com ácido ascórbico foi superior quanto à cor aos demais tratamentos, o que indica que a quantidade utilizada no experimento foi suficiente para a inativação das enzimas. Vários autores (CALDWELL et al., 1955, PONTING, 1960 e NOGUEIRA, 1970) têm confirmado a eficiência do ácido ascórbico na preservação da cor clara normal da maçã em pedaços, principalmente quando o método de conservação utilizado é a congelação.

Liofilização

A aceitação da maçã em pedaços conservada por liofilização, quanto à qualidade geral com zero e três semanas de armazenamento (QUADROS 4 e 5) e quanto à textura com três e seis semanas (QUADROS 5 e 6), mostrou não ter sido influenciada pelos métodos de inativação de enzimas (SO_2 e branqueamento). Entretanto, o tratamento com SO_2 (E) foi estatisticamente superior ao branqueamento (D) no que diz respeito ao sabor nos três períodos de armazenamento e quanto à cor e qualidade geral com seis semanas (QUADRO 6). Por outro lado o branqueamento foi estatisticamente superior ao tratamento com SO_2 , quanto à cor e textura com zero semana (QUADRO 4).

É conveniente notar que nenhum dos julgadores conseguiu detectar a presença de SO_2 nas amostras liofilizadas. Fato idêntico foi constatado por NOGUEIRA (1970). Quanto ao sabor, o branqueamento foi inferior ao tratamento com SO_2 e isto provavelmente deve-se ao fato de que no primeiro caso a perda de sólidos solúveis pela fruta foi maior, prejudicando desta maneira, aquele atributo de qualidade (CRUESS & SEAGRAVE-SMITH, 1946, GULLETT, 1957-1958 e BOYLE & WOLFORD, 1968). Como se pode observar tanto o tratamento com SO_2 (inferior quanto à cor) como o branqueamento não foram muito eficientes no controle do escurecimento do produto liofilizado, fato este também constatado por NOGUEIRA (1970). Entretanto, tomando-se por base a qualidade geral do produto liofilizado, o tratamento com SO_2 foi ligeiramente superior ao branqueamento.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados obtidos, as seguintes conclusões podem ser estabelecidas:

1) Para a congelação, o branqueamento foi superior aos outros métodos de inativação de enzimas para todos os atributos de qualidade, exceto para cor, em que, o ácido ascórbico foi mais eficiente. Este último foi ligeiramente superior ao SO_2 quanto à qualidade geral do produto.

2) Para a liofilização, o tratamento com SO_2 foi superior ao branqueamento quanto ao sabor e qualidade geral do produto, porém foi inferior quan-

to à cor. Nenhum dos tratamentos, entretanto, controlou de maneira eficiente o escurecimento no produto liofilizado.

SUMMARY

INFLUENCE OF SOME BROWNING TREATMENTS ON THE QUALITY OF THE APPLE OHIO BEAUTY PROCESSED BY FREEZING AND FREEZE DRYING.

The influence of three browning treatments (blanching, ascorbic acid and SO₂) on the quality of frozen and freeze-dried apple slices of the variety Ohio Beauty was studied. Immediately upon arrival, one third of the fruits was processed. Another third was held in storage at 1°C for three weeks and the remainder was left under the same conditions for six weeks, being both immediately processed after their respective storage time.

The results showed that for freezing, blanching was the best browning treatment for all attributes of quality, except for color, in which the ascorbic acid was more efficient. The latter treatment was slightly superior to SO₂ in terms of overall quality. For freeze-drying, the treatment with SO₂ was superior to blanching in terms of flavor and overall quality, but it was inferior in terms of color. None of the treatments, however, controlled the browning of the freeze-dried product efficiently.

LITERATURA CITADA

- BAUERNFEIND, J. C. — 1953 — The use of ascorbic acid in processing foods. *Advances in Food Research*, 4: 359-431.
- BOYLE, F. P. & E. R. WOLFORD — 1968 — The preparation for freezing and freezing of fruits. In: TRESSLER, D. K., W. B. VAN ARSDEL & M. J. COPLEY, eds. — *The Freezing Preservation of Foods*, Vol. II. The AVI Publ. Co. p. 70-112.
- CALDWELL, J. S., C. W. CULPEPPER & K. D. DEMAREE — 1955 — Quality of frozen apples related to variety and ripeness. *Agr. and Food Chem.*, 3: 513-18.
- CORSE, J. — 1964 — The enzymatic browning of fruits and vegetables. In: RUTENCKLES, V. C., ed. — *Phenolics in Normal and Diseased Fruits and Vegetables*. Proceedings of a symposium of The Plant Phenolics Group of North America. p. 41-62.
- CRUESS, W. V. & W. Y. FONG — 1929 — The effect of sulfur dioxide on the oxidase of fruits. *The Fruit Prod. Journ.*, 8: 21.
- CRUESS, W. V. & W. H. SEAGRAVE-SMITH — 1946 — Observations of freezing of apples. *The Fruit Prod. Journ.*, 26: 36.
- DALRYMPLE, D. G. & I. C. FEUSTEL — 1965 — Recent developments in the production and marketing of apple sauce and slices. *U. S. Department of Agriculture*, July. 71 p.
- DAWSON, E. H. — 1964 — Sensory testing guide for panel evaluation of foods and beverages. *Food Technol.*, 18: 25-31.
- DOUGHERTY, R. H., M. G. MODERY & R. C. WILEY — 1966 — Effect of vacuum time and steam blanch temperature on the quality of canned apple slices. *Am. Soc. Hort. Sci. Proc.*, 89: 46-52.

- GOMES, F. P. — 1970 — *Curso de Estatística Experimental*. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz" — Universidade de S Paulo. p. 29-41.
- GOULD, W. A. — 1968 — *Quality Evaluation and Control Manual for Fruits, Vegetables and Related Foods*. Columbus, OSU, Department of Horticulture and Forestry. 126 p.
- GULLETT, E. A. — 1957-1958 — Control of browning in frozen apple slices Report of the *Horticultural Expt. Sta. and Products Laboratory*, Vineland, Ontario, Canad. p. 143-150.
- JORGE, J. P. N. & R. S. GARRUTTI — 1964 — Métodos estatísticos aplicados à análise sensorial de alimentos e bebidas. *Bol. do Instituto Agrônômico de Campinas*, n.º 137. 9 p.
- JOSLYN, M. A. & E. M. MRAK — 1930 — Prepared fresh apples for bakers' use by a new and successful process. *The Fruit Prod. Journ.*, 9: 309.
- McDERMOTT, I. E., M. B. TRILLING & F. W. NICOLAS — 1967 — *Food for Modern Living*. J. B. Lippincott Co., Philadelphia and New York .p. 478-83.
- NOGUEIRA, J. N. — 1970 — *The Influence of Cultivar, Storage, Browning Treatment and Processing Methods on the Quality of Apple Pies*. Tese de M. S., Columbus, Universidade Estadual de Ohio. 100 p.
- PONTING, J. D. & M. A. JOSLYN — 1948 — Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Arch. Biochem.*, 19: 47-63.
- PONTING, J. D. — 1960 — The control of enzymatic browning of fruits. In: SCHULTZ, H. W., ed. — *Food Enzymes*. The AVI Publ. Co., Inc. p. 105-124.
- REED, G. & L. A. UNDERKOFER — 1966 — *Enzymes in Food Processing*. Academic Press, N. York and London. 483 p.
- SHALLENBERGER, R. S., J. C. MOYER, R. L. LABELLE, W. B. ROBINSON & D. B. HAND — 1963 — Firmness of canned apple slices as affected by maturity and steam-blanch temperature. *Food Technol.*, 17: 102-104.
- SMOCK, R. M. & A. M. NEUBERT — 1950 — *Apples and Apple Products*. Interscience Publ., New York. 486 p.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE — 1945 — Commercial preparation and freezing preservation of sliced apples. *Western Regional Res. Lab.*, Albany, California. 7 p.
- WALKER, L. H., M. J. POWERS & D. H. TAYLOR — 1955 — Factors in processing methods which affects the quality of dehydrofrozen apple slices. *Food Technol.*, 9: 576.
- WILEY, R. C. — 1965 — Quality of processed apple products. *Annual Report of the State of Maine Pomological Society*, University of Maryland.

Quadro 1 – Influência dos métodos de controle do escurecimento enzimático nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços, conservada por congelamento, com zero semana de armazenamento.

Tratamentos	Média dos tratamentos (10 julgadores)			
	Cor	Sabor	Textura	Qual. geral
A – Branq.	7,70	7,50	8,75	7,98
B – Ác. asc.	8,55	6,15	8,10	7,57
C – SO ₂	7,50	7,05	7,95	7,49
Teste F	3,73*	8,49**	3,34*	n.s.
Teste Δ	0,99	1,02	0,79	–

C.V. (Qual. geral) = 6,25%

Quadro 2 – Influência dos métodos de controle do escurecimento enzimático nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços, conservada por congelamento, com tres semanas de armazenamento.

Tratamentos	Média dos tratamentos (10 julgadores)			
	Cor	Sabor	Textura	Qual. geral
A – Branq.	8,35	7,90	8,50	8,24
B – Ac. asc.	7,55	6,75	6,25	6,84
C – SO ₂	7,10	7,10	7,00	7,06
Teste F	3,87*	3,46*	20,06**	13,24**
Teste Δ	1,10	1,08	1,10	0,89

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 3 — Influência dos métodos de controle do escurecimento enzimático nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços, conservada por congelamento, com seis semanas de armazenamento.

Tratamentos	Média dos tratamentos (10 julgadores)			
	Cor	Sabor	Textura	Qual. geral
A — Branq.	7,30	7,60	8,70	7,86
B — Ác. asc.	8,70	7,55	7,35	7,86
C — SO ₂	8,05	7,45	7,60	7,69
Teste F	6,71**	n.s.	8,97**	n.s.
Teste Δ	1,17	—	1,03	—

C.V. (Sabor) = 10,75% ;— C.V. (Qual. geral) = 5,25%

Quadro 4 — Influência dos métodos de controle do escurecimento enzimático nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços, conservada por liofilização, com zero semana de armazenamento.

Tratamentos	Média dos tratamentos (10 julgadores)			
	Cor	Sabor	Textura	Qual. geral
D — Branq.	5,30	5,35	7,75	6,13
E — SO ₂	4,35	6,60	7,00	5,98
Teste F	5,41*	14,04**	5,19*	n.s.

C.V. (Qual. geral) = 9,09%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 5 – Influência dos métodos de controle do escurecimento enzimático nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços, conservada por liofilização, com tres semanas de armazenamento.

Tratamentos	Média dos tratamentos (10 julgadores)			
	Cor	Sabor	Textura	Qual. geral
D – Branq.	6,25	5,80	7,65	6,56
E – SO ₂	4,85	6,95	7,50	6,43
Teste F	9,47**	6,59*	n.s.	n.s.

C.V. (Textura) = 10,0% ;– C.V. (Qual. geral) = 11,53%

Quadro 6 Influência dos métodos de controle do escurecimento enzimático nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços, conservada por liofilização, com seis semanas de armazenamento.

Tratamentos	Média dos tratamentos (10 julgadores)			
	Cor	Sabor	Textura	Qual. geral
D – Branq.	3,65	6,00	7,70	5,77
E – SO ₂	5,35	7,45	7,50	6,76
Teste F	19,76**	18,05**	n.s.	16,89**

C.V. (Textura) = 8,42%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade