



Escurecimento Enzimático em Frutas

Valéria Santos¹, Willyson Araújo¹, Raynara Teixeira¹, Josilene Nascimento¹, Camila Bittencourt¹,
Clarissa Boullosa¹

¹Graduação em Licenciatura em Biologia IFMA. e-mail: santos.val.silva@gmail.com; wrichard_jardim@hotmail.com; raynarateixeira17@hotmail.com; josilene10nasciemnto@hotmail.com; bittencout.camila@live.com; clarissaboullosa@gmail.com

Resumo: Estudos sobre o prolongamento da vida útil de frutas, fontes de vitaminas, sais minerais, fibras e açúcares essenciais para o metabolismo humano, têm se destacado na tecnologia de alimentos, diversos métodos estão sendo criados e aperfeiçoados, no entanto estes ainda não são eficazes contra a ação da enzima Polifenol oxidase, que oxida os compostos fenólicos das frutas produzindo ao final da reação polímeros escuros. A necessidade de conservar frutos faz-se necessário já que o crescimento de doenças relacionadas a alimentação é evidente. Este artigo vem mostrar como ocorre a reação do escurecimento enzimático fazendo algumas considerações importantes bem como propõe um método simples e acessível que retarda esse escurecimento pela ação dos ácidos cítrico e ascórbico presentes no suco do limão.

Palavras-chave: escurecimento enzimático, frutas, polifenol oxidase

1. INTRODUÇÃO

São diversas as necessidades humanas, no entanto admiti-se que as necessidades prioritárias a para sua sobrevivência são as fisiológicas, dentre estas necessidades está a de se nutrir, para o homem, **nutrição** é um conjunto de processos em que substâncias orgânicas e nutrientes, presentes nos alimentos, são assimiladas pelas células.

Para o bom funcionamento do metabolismo humano, diversos tipos de nutrientes devem ser incorporados junto a sua dieta, são esses: carboidratos, lipídios, proteínas, sais minerais, vitaminas e água. A ingestão de alimentos que possam fornecer esses nutrientes deve ser diária, mas vale lembrar que uma dieta pobre não vai atender as necessidades metabólicas, por isso a dieta do ser humano além de diária precisa ser variada.

Cada alimento vai colaborar com a nutrição humana fornecendo diferentes tipos de nutrientes, então se torna imprescindível uma combinação correta de diferentes alimentos. As frutas aparecem como provedoras de vitaminas, sais minerais, açúcares e fibras, que ajudam no bom equilíbrio do organismo.

As pesquisas na área de alimentos se intensificaram nas ultimas duas décadas, e ações simples podem agora ser verificadas de modo experimental abrindo um leque de possibilidades para o melhor armazenamento e conservação de alimentos, incluindo a prática descrita neste artigo.

As alterações químicas nos alimentos são geralmente causadas pela presença de microorganismos deterioradores e pelo contato com oxigênio, os frutos são alimentos muito perecíveis, com a evolução de tecnologias na área de alimentos foram criados métodos e equipamentos para retardar o processo de apodrecimento e manter o alimento o mais estável possível, dentre esses métodos destacam-se: a desidratação, tratamentos térmicos, tratamentos químicos, melhoramento genético e conservação por irradiação.

O escurecimento enzimático de frutas inicia-se em resposta a injúrias físicas e fisiológicas (impactos, abrasões, “chilling”, excesso de CO₂) como resultado da oxidação de compostos fenólicos que irá resultar polímeros coloridos (muitas moléculas de aminoácidos). As lesões levam ao colapso celular e à consequente descompartimentação dessas células, promovendo o contato dos compostos fenólicos com enzimas associadas ao escurecimento (PORTE e MAIA, 2001; VILAS BOAS, 2002). Essa reação pode causar mudanças indesejáveis, além do escurecimento da superfície da fruta, pode ocorrer a deterioração de aroma e outras propriedades organolépticas, a diminuição do valor nutricional e da vida útil de muitos alimentos. O escurecimento enzimático é causado principalmente



pela ação da enzima polifenol oxidase (PPO) descoberta em 1895 quando pesquisadores estudavam cogumelos.

Os compostos fenólicos, amplamente distribuídos no reino *Plantae*, são considerados como metabólitos secundários. Estruturalmente contêm um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas, juntamente com outros substitutos. A composição fenólica de frutas e hortaliças varia de acordo com a espécie, cultivo, grau de amadurecimento e condições ambientais de desenvolvimento e de armazenamento (MARSHALL, KIM e WEI, 2000).

Os substratos fenólicos da banana e da maçã são respectivamente 3,4-diidroxifeniletilamina (dopamina) e Ácido clorogênico, o-catequina (ARAUJO, 1999).

O tipo e a concentração do substrato fenólico afetam diretamente o escurecimento enzimático, conforme afirmam MARTÍN-BELLOSO e SOLIVA-FORTUNY (2006), além de outras variáveis, como a concentração de oxigênio, pH e a temperatura.

Diversos métodos têm sido desenvolvidos para inibir o escurecimento enzimático, baseados na eliminação de um ou mais de seus componentes essenciais: o oxigênio, a enzima, o centro catalítico da PPO, ou o substrato, bem como as condições extrínsecas de armazenamento (LAURILA, KERVINEN e AHVENAINEN, 1998).

O ácido ascórbico, além de atribuir valor nutricional aos alimentos, também apresenta ação redutora. Juntamente com seus sais neutros compõe um dos principais grupos de antioxidantes empregados em produtos vegetais com o intuito de prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas (SAPERS e MILLER, 1998).

O ácido cítrico também atua no sentido de manter o pH do meio abaixo do ótimo para a ação catalítica das enzimas em alimentos (ZEMEL et al., 1990). O pH ótimo da PPO varia conforme a fonte e o substrato disponível (VAROQUAX e WILEY, 1997; LAURILA, KERVINEN e AHVENAINEN, 1998; EVANGELISTA, 2001).

Este artigo vem mostrar como ocorre a reação do escurecimento enzimático fazendo algumas considerações importantes além de mostrar um método simples e acessível que retarda esse escurecimento pela ação dos ácidos cítrico e ascórbico presentes no suco do limão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar o experimento, foram utilizadas frutas com o potencial de escurecimento enzimático, ou seja, frutas ricas em compostos fenólicos, são essas: maçã (*Malus domestica*) e banana (*Musa balbisiana*).

Além dessas frutas usaram-se limões (*Citrus limonium*) de onde foi extraído o suco que contém substâncias capazes de retardar o escurecimento enzimático, para auxiliar no andamento do procedimento fez-se necessário o uso de bandejas, facas, colheres, recipiente contendo o suco de limão, e máquina fotográfica para documentar os resultados.

O experimento obedeceu a seguinte ordem: Foi retirado o suco de três limões para ser utilizado no decorrer do experimento; As frutas foram cortadas, a maçã ao meio e a banana em quatro fatias com aproximadamente 1 cm de espessura, o resto da banana foi dividido em duas partes equivalentes totalizando seis partes de banana e duas de maçã; A metade dessas frutas foi reservada enquanto a outra metade teve toda a superfície tratada com suco de limão; Ao longo de duas horas os sistemas foram observados, ao final desse período o comportamento das frutas que foram tratadas ou não com suco de limão foi fotografado.

A Figura 1 que se encontra na próxima seção foi desenhada pelos autores no programa CorelDRAW X5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o trabalho de VILAS BOAS, 2002, existem variáveis para que ocorra o escurecimento enzimático, como o tipo de substrato, ou seja, o tipo de fruta estudada; a concentração de oxigênio presente no ambiente; e a temperatura. Nos resultados observados verificou-se que as condições para o escurecimento enzimático eram favoráveis, este é oriundo de reações catalisadas por uma enzima presente nas frutas conhecida como polifenol oxidase (PPO), que em contato com o

oxigênio, oxida os compostos fenólicos das frutas (como o Catecol), por meio de reações de eliminação onde hidrogênio é extraído do composto fenólico, os produtos iniciais dessa oxidação são a água e a quinona, essa última pode se condensar, formando polímeros escuros insolúveis, denominados melanina. A reação de polimerização que resulta na formação da Melanina pode ocorrer por adição ou condensação, unindo as espécies chamadas monoméricas (quinonas), formando cadeias maiores, os polímeros (Melanina), ver reação abaixo (Figura 1).

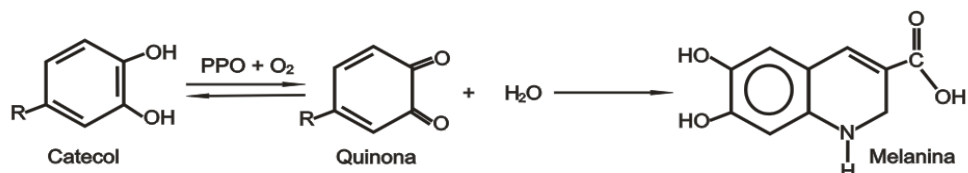


Figura 1 - Reação de Oxidação, formação de melanina

Vale lembrar que apesar do anel benzênico ser bastante resistente a oxidações, a oxidação em ramificações é bastante fácil mesmo em ramificações longas.

As reações de escurecimento enzimático ocorrem no tecido vegetal quando há ruptura da célula e a reação não é controlada.

Nas frutas que tiveram seu escurecimento retardado com o uso do ácido cítrico e o ácido ascórbico (presentes no suco de limão) ocorreu uma diminuição na velocidade do processo de escurecimento por consequência da redução da quinona à forma fenólica, essa redução aos seus precursores fenólicos leva à oxidação irreversível do ácido ascórbico, que impede temporariamente o escurecimento (MARSHALL, KIM e WEI, 2000). Esses resultados foram condizentes com os resultados encontrados por VILAS BOAS, 2004. O ácido ascórbico age diretamente na enzima, complexando o centro catalítico do grupo prostético da PPO, causando sua inibição (SAPERS e MILLER, 1998). O ácido cítrico pode agir como redutor do pH ou como quelante do cobre (centro catalítico) da enzima PPO.

No experimento, o escurecimento da maçã foi mais evidente em relação à banana e consequentemente a ação do antioxidante também foi mais evidente, porém a ação do suco de limão é perceptível nos dois sistemas estudados (Figuras 2 e 3).



Figura 2 - Maçã da esquerda tratada com suco de limão a da direita não tratada com o suco



Figura 3- Banana da esquerda tratada com suco de limão a da direita não tratada com o suco



4. CONCLUSÕES

A reação de escurecimento em frutas, vegetais e sucos de frutas é um dos principais problemas na indústria de alimentos. Estima-se que em torno de 50% da perda de frutas tropicais no mundo é devida à enzima polifenol oxidase, através de um método simples que pode ser ensinado e realizado em escolas e comunidades esse escurecimento foi retardado e a vida útil da fruta alongada.

Retardar a deterioração de alimentos saudáveis faz-se necessário em uma realidade em que deficiências nutricionais são cada vez mais comuns, quer seja por falta de uma educação alimentar adequada ou por situações econômicas desfavoráveis.

Este artigo apresentou um procedimento básico que inibi temporariamente o escurecimento das frutas empregando o ácido ascórbico e o ácido cítrico, concluiu-se que estes ácidos podem se tornar um importante aliado na conservação de frutas.

Uma das vantagens desse procedimento é o baixo custo e a facilidade de aplicação. Esse método se torna mais relevante visto que a procura por produtos naturais aumenta cada vez mais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**: teoria e prática. 2. ed. Viçosa: UFV, 1999. p. 319-329.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. p. 273, 274.
- LAURILA, E.; KERVINEN, R. Y.; AHVENAINEN, R. **The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits**. Postharvest News and Information, v. 9, n. 4, p. 53-66, 1998.
- MARSHALL, M. R.; KIM, J.; WEI, C. **Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods**. Washington: FAO, 2000.
- MARTÍN-BELLOSO, O.; SOLIVA-FORTUNY, R. **Effect of modified atmosphere packaging on the quality of fresh-cut fruits**. Stewart Postharvest, v. 2, n. 1, fev. 2006.
- PORTE, A.; MAIA, L. H. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados**. B. CEPPA, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 105-118, jan./jun. 2001
- SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. **Browning inhibition in fresh-cut pears**. J. Food Sci., v. 63, n. 2, p. 342-346, 1998.
- VAROUQUAUX, P.; WILEY, R. C. **Cambios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas minimamente processadas**. In: WILEY, R. C. (Org.). Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza: Acríbia, 1997. p. 242.
- VILAS BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002b. p. 59.
- VILAS BOAS, E.V. de B. **Frutas minimamente processadas: banana**. III Encontro Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças: palestras, resumos e oficinas. Viçosa, UFV, p. 111-121. 2004.
- VILAS BOAS, E.V. de B. **Tecnologia de processamento mínimo de banana, mamão e kiwi**. Seminário Internacional de Pós-colheita e Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 1-7. Disponível em cd-rom. 2002.



ZEMEL G. P.; SIMS, C. A.; MARSHALL, M. R.; BALABAN, M. **Low pH inactivation of polyphenoloxidase in apple juice.** J. Food Sci., v. 55, p. 562-563, 1990.