



INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DO NÉCTAR DE MAÇÃ EM PRESENÇA DE β -CICLODEXTRINA

Aline Takaoka Alves Baptista¹, Mariana Oliveira Silva², Laura Adriane de Moraes Pinto³, Pedro Henrique Freitas Cardines⁴, Gustavo Affonso Pisano Mateus⁵, Rita de Cássia Bergamasco⁶

RESUMO: As reações de escurecimento enzimático são um dos mais importantes fenômenos que ocorrem durante o processamento e armazenamento de alimentos. O método mais comum para controle do escurecimento enzimático é o tratamento térmico combinado com agentes químicos, dentre eles o sulfito, contudo este composto está associado com reações alérgicas em certas populações. Assim, tem-se aumentado o interesse por compostos naturais que auxiliem na redução deste processo de escurecimento sendo as ciclodextrinas estudadas como uma alternativa para este problema. As ciclodextrinas possuem uma cavidade hidrofóbica e são capazes de formar complexos de inclusão com várias moléculas, inclusive os precursores do escurecimento nos alimentos. Neste trabalho, um néctar de maçã foi elaborado com a adição de β -ciclodextrina a fim de verificar seu potencial como agente inibidor do escurecimento dos néctares. Os resultados de colorimetria e análise sensorial demonstraram o uso efetivo da β -ciclodextrina na concentração de 8,8 mM, no controle de escurecimento enzimático durante a elaboração de néctar de maçã, sem afetar o sabor e a boa aceitação do consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: β -ciclodextrina; escurecimento enzimático; néctar de maçã.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de sucos de fruta tem crescido substancialmente nos últimos anos sendo a tendência para uma alimentação mais saudável e natural a principal razão para este crescimento. Como parte desta tendência, as indústrias têm mostrado interesse crescente na comercialização de sucos com características sensoriais similares ao fresco.

No processo do suco, quando a fruta é descascada, cortada em fatias e esmagada, o produto resultante geralmente sofre reações de escurecimento catalisadas por enzimas, denominadas polifenoloxidase (PPO). Estas enzimas utilizam o oxigênio molecular na catálise de o-hidroxilação de monofenol para o-difenóis (atividade da monofenolase) e, posteriormente, a oxidação do difenol (atividade de difenolase) em o-quinona. As o-quinonas se polimerizam e/ou reagem com aminoácidos endógenos e proteínas formando pigmentos marrons complexos denominados melaninas. Estes compostos influenciam negativamente nas propriedades organolépticas e nutricionais, e subsequentemente na comercialização de sucos de frutas frescas (ÖZÖGLU & BAYMDIRH, 2002).

O método mais comum para controlar o escurecimento enzimático é o tratamento térmico combinado com agentes químicos, dentre eles o sulfito. Porém, este composto está associado com reações alérgicas em certas populações (DÁVILA *et al.*, 2007). Os tratamentos térmicos comercialmente usados nas indústrias de sucos são pouco efetivos para uma inativação irreversível, além de produzirem alterações indesejáveis na qualidade do produto, tais como perda de cor e *flavor*, e reduzir a qualidade nutricional do suco (VALDERRAMA *et al.*, 2001; VALAPPIL *et al.*, 2009).

O principal objetivo da indústria alimentícia é desenvolver novos aditivos para melhorar a cor e o flavor dos alimentos. Neste ponto, há um grande interesse por aditivos naturais que melhoram as propriedades sensoriais dos alimentos, e entre eles o mais promissor são as ciclodextrinas (CDs). As ciclodextrinas (CDs) são uma série de oligossacarídeos cíclicos formados pela ação da enzima ciclodextrina-glicosiltransferase (CGTase) sobre o amido. A cavidade hidrofóbica das CDs é capaz de formar complexos de inclusão com uma ampla faixa de moléculas hóspede orgânicas relacionadas com as propriedades sensoriais dos produtos alimentícios, inclusive os precursores do escurecimento em alimentos, que são encapsulados pelas CDs. (LÓPEZ-NICOLÁS *et al.*, 2009).

¹ Doutoranda em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR. Bolsista Capes. alinetakaoka_17@hotmail.com

² Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR. Bolsista Capes. mariana_osilva@hotmail.com

³ Mestranda em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR. Bolsista Capes. lauraampinto@gmail.com

⁴ Doutorando em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR. Bolsista Capes. pedrocardines@hotmail.com

⁵ Mestrando em Biotecnologia ambiental pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR. gustavoapisano@gmail.com

⁶ Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos na Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR. ritabergamasco@bol.com.br



Em face ao exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de β -ciclodextrina no controle do escurecimento enzimático do néctar de maçã processado termicamente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Preparo do néctar de maçã

O preparo do néctar de maçã envolve três etapas de fabricação, sendo elas o preparo da calda, processamento do suco de maçã, e por fim o preparo do néctar de maçã propriamente dito.

Primeiramente fez-se a calda através da dissolução do açúcar cristal em água quente nas proporções adequadas para que a mesma ficasse com 18°Brix ao final do processamento. Após preparada a calda, as maçãs da variedade Fuji foram processadas a fim de se obter o suco puro e filtrado da maçã. Para o preparo do néctar, a calda pronta foi adicionada ao suco de maçã de maneira que se obtivesse uma proporção de 40% extrato de maçã e 60% de calda, correspondendo à formulação controle designada como C, sem a adição de antioxidantes. Para as formulações AA e CD o mesmo procedimento descrito anteriormente foi realizado com a diferença que, ao final do processo descrito acima, adicionou-se ácido ascórbico e β -ciclodextrina (β -CD), ambos em concentrações de 8,8 mM, respectivamente.

Os néctares preparados foram devidamente acondicionados em garrafas de vidro esterilizadas com tampas e imediatamente levadas a um tratamento térmico por um período de 15 minutos, a 80°C, em um banho termostatizado. Ao final do tratamento térmico, aguardaram-se as amostras atingirem a temperatura ambiente para que fossem armazenadas sob refrigeração até a realização da análise sensorial.

Colorimetria

Os néctares de maçã produzidos foram analisados em um colorímetro Chroma Meter CR-410 Konica Minolta, previamente calibrado pelo sistema CIE (L^* , a^* e b^*). O colorímetro emite um feixe de luz sobre a amostra, o qual se decompõe em três partes distintas, que se dirigem cada uma a um fotossensor acoplado a um filtro óptico específico. O parâmetro L^* indica o fator brilho, seu valor é um indicador útil de escurecimento durante o armazenamento, resultante de reações de escurecimento oxidativa ou do aumento da concentração de pigmentos. O valor a^* indica a intensidade de vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$); e o valor b^* , a intensidade de amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$).

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 28 provadores não treinados, sendo servido a cada um deles, três amostras de néctar de maçã com, aproximadamente, 15 mL cada, correspondentes as formulações C, AA e CD, após 24 horas de sua fabricação. As amostras foram apresentadas aos provadores em copos descartáveis codificados com um número de três dígitos e devidamente aleatorizadas a fim de se minimizar possíveis erros na análise.

As três formulações foram avaliadas sensorialmente utilizando o teste de escala hedônica para verificar o nível de aceitação das mesmas. Através deste teste os provadores expressaram o grau de gostar ou de desgostar do produto em relação ao quesito aroma, cor e sabor, fazendo o uso de uma escala mista de nove pontos, sendo 1 para “desgostei muitíssimo” e 9 para “gostei muitíssimo”. Os dados obtidos foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) com nível de 5% de significância, fazendo o uso do programa Microsoft Office Excel 2007.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Colorimetria

Os dados referentes a colorimetria das formulações de néctar controle (C), com ácido ascórbico (AA) e β -ciclodextrina (CD) são expressos na Tabela 1.

Tabela 1: Dados referentes à análise de cor nas amostras de néctar de maçã.

<i>Formulações</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>
C	3,90	6,86	26,74
AA	1,15	8,47	34,18
CD	1,85	9,51	30,15

Para a estimativa de escurecimento, o valor L^* tem sido considerado como o melhor parâmetro de cor. Este fator indica luminosidade da amostra, portanto, quanto maior seu valor, mais clara é a mesma. Como observado na Tabela 1, a amostra contendo ácido ascórbico foi mais efetiva na prevenção do escurecimento do néctar de maçã, quando comparada com a amostra contendo β -CD e a amostra controle. Porém, a β -CD também apresentou bons resultados na redução do escurecimento do néctar de maçã, com uma estimativa de inibição 12,75%, quando comparado ao controle.



A coordenada a^* , que indica a variação de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$), é um parâmetro importante para o estudo de escurecimento, pois a cor marrom resultante da presença de melaninas representa uma combinação do verde e vermelho. Um maior escurecimento é representado por um tom mais avermelhado, ou seja, maior valor de a^* . Os tratamentos foram satisfatórios nesse aspecto, pois reduziram o valor de a^* quando comparado com o tratamento controle. Quanto a coordenada b^* , relacionada ao eixo que varia de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$), não houve grandes variações entre os tratamentos, situando-se na faixa positiva e tendendo para o amarelo, cor característica da maçã.

Análise sensorial

A média das notas atribuídas pelos provadores no quesito aroma, cor e sabor para as diferentes formulações são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Médias das notas das diferentes formulações.

Parâmetros	Controle (C)	Ácido ascórbico (AA)	β -ciclodextrina (CD)
Aroma	7,11 ^a	6,18 ^a	6,64 ^a
Cor	5,46 ^a	6,18 ^a	6,75 ^a
Sabor	7,14 ^a	6,68 ^a	6,61 ^a

Letras iguais em uma mesma linha não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

Ao analisar a Tabela 2, tem-se que para o quesito cor a formulação CD obteve maior média em comparação às demais seguida das formulações AA e C, esta última obteve menor média de nota devido ao fato da mesma não conter antioxidante em sua composição e por este motivo apresentou coloração muito escura se comparada às demais formulações. Comentários como “coloração muito escura” e “cor desagradável” a respeito do néctar de formulação C foram feitos pelos provadores justificando assim as notas mais baixas dadas a esta formulação no quesito cor na análise sensorial. Com relação às formulações AA e CD as mesmas obtiveram médias de notas mais próximas neste quesito, não apresentando comentários nas fichas de sensorial para este parâmetro.

Observou-se também que uma maior intensidade de cor está relacionada com o escurecimento. O néctar de cor mais escura (menor nota) teve mais intensidade de odor. Este fato também foi observado por LÓPEZ-NICOLÁS *et al.* (2009) quando avaliaram o efeito da adição de α -ciclodextrina na qualidade sensorial, compostos voláteis e parâmetros de cor do suco de pêra fresco.

Nos quesitos sabor e aroma, a formulação CD obteve médias inferiores se comparadas à formulação C. Este fato pode ser justificado por meio de dados apresentados na literatura (ÖZOGLU *et al.*, 2002), em que a utilização de β -ciclodextrina em concentrações maiores que 1,8mM podem acarretar em redução no *flavor* do néctar, devido a reação de complexação da ciclodextrina com compostos aromáticos do néctar. Levando-se em consideração que o *flavor* corresponde a uma sensação fisiológica da interação do paladar e olfato, o exposto anterior pode ter exercido influência na percepção dos provadores resultando em menores notas de aceitação para sabor e aroma da formulação com ciclodextrina (CD) comparada à com ácido ascórbico (C). Ainda sobre a formulação CD, comentários como “muito doce” foram atribuídos à amostra contendo β -CD. De acordo com SZEJTLI (1988), uma solução de 2,5% β -CD é tão doce quanto uma solução de 1,7% de sacarose, explicando assim o comportamento observado anteriormente.

De maneira geral, com relação a todos os parâmetros avaliados as notas oscilaram entre 5 e 7 representado na escala usada na sensorial como “nem gostei/nem desgostei” e “gostei moderadamente”. E por meio do teste ANOVA não foi detectado diferença significativa nos quesitos aroma, cor e sabor ao nível de 5% de significância entre as três diferentes formulações de néctar de maçã. Desta maneira pode-se verificar que a utilização de β -ciclodextrina em néctares de maçã não resultou em diferença significativa de aceitação destes quesitos se comparados as formulações sem antioxidantes e com presença de ácido ascórbico.

4 CONCLUSÃO

A β -CD pode ser usada de modo efetivo no controle do escurecimento enzimático durante a elaboração do néctar de maçã baseados nos resultados encontrados neste trabalho. Sua adição ao néctar não resultou em nenhuma característica negativa ao produto e, além disso, auxiliou na manutenção da cor do néctar devido à sua propriedade de complexação dos precursores responsáveis pelo escurecimento enzimático do néctar de maçã.



REFERÊNCIAS

DÁVILA, M. R.; GÓMEZ, F. V.; NAVARRO, C. A.; LAZCANO, H. M.; ÁVILA, S-S. R.; GONZÁLES, S. F. Evaluación de α -ciclodextrina como controlador del oscurecimiento enzimático em pêra D'Anjou (*Pyrus communis* var. D'Anjou) durante la elaboración de néctar. **Industria Alimentaria**.. p. 21-24,2007.

LÓPEZ-NICOLÁS, J. M.; NÚÑEZ-DELICADO, E.; SÁNCHEZ-FERRER, A.; GARCIA-CARMONA F. Kinetic modelo f apple juice enzymatic browning in the presence of cyclodextrins: the use of maltosyl- β -cyclodextrin as secondary antioxidant. **Food Chemistry**, n. 101, p. 1164-1171, 2007.

ÖZOGLU, H.; BAYMDIRH, A. Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. **Food Control**, v. 13, p. 213-221, 2002.

VALDERRAMA, P., MARANGONI, F., CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 257-342, 2001.

SZEJTLI, J. **Cyclodextrin Technology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 1-185, 1988.

VALAPPIL, Z., Fan, X., Zhang, H., & Rouseff, R. Impact of thermal and nonthermal processing technologies on unfermented apple cider aroma volatiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 57, p.,924–929, 2009.