

Influencia del agente osmótico en la composición físico-química y en la cinética de secado de la manzana Gala¹

Influence of osmotic agent on the physiochemical composition and drying kinetics of Gala apples

Edimir Andrade Pereira², Muniqi Teixeira Machado³, Soraia Vilela Borges⁴, Maria Cristina Antun Maia⁵ e Ivanilda Maria Augusta⁶

Resumen - El pré-tratamiento osmótico viene siendo utilizado en el secado de frutas para mejorar la cualidad de las mismas. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes agentes osmóticos (sacarosa e maltodextrina), sobre la composición físico-química y cinética de secado por convección, de las manzanas (*Malus domestica*, Borkh), cultivar Gala. Pedazos de manzana, cortadas en rodajas, concentradas osmóticamente en soluciones de sacarosa y maltodextrina por seis horas, drenadas, fueron deshidratadas a 70 °C en un secador de bandejas comercial PARDAL, hasta llegar a 10% de humedad. El tratamiento osmótico con sacarosa, promovió: un aumento em los azúcares no reductores, reducción en la acidez titulable y rendimiento mayor en el proceso. Con relación a la cinética de secado, la osmosis promovió una reducción en las tasas de secado, sin embargo no hubo diferencias notables en función del tipo de soluto utilizado.

Palabras-chave: Manzana. Concentración osmótica. Deshidratación. Cinética.

Abstract - Osmotic pre-treatment has been used in the drying of fruit to improve their quality. The aim of this work was to evaluate the effect of different osmotic agents (sucrose and maltodextrin) on the physicochemical composition and convection drying kinetics of Gala variety apples (*Malus domestica*, Borkh). Apple slices, cut in disks, were osmotically concentrated in sucrose and malt dextrin solutions for six hours, after that it was drained and dehydrated at 70 °C in a PARDAL commercial tray dryer, until 10% moisture content. The osmotic treatment with sucrose, notably that with sucrose, promoted an increase in reducing sugars, decrease in titratable acidity and a greater process yield. In relation to the drying kinetics, osmosis promoted a reduction in the drying rate, there being no remarkable differences between the two types of solute used.

Key words: Apple. Osmotic concentration. Dehydration. Kinetic.

¹ Recebido para publicação em 05/07/2006; aprovado em 12/05/2007

² Químico, Mestre em Engenharia Agrícola pela UFPB, edimir_ap@yahoo.com.br

³ Eng. de Alimentos pela UFRRJ

⁴ Eng. Química, D.Sc., Profa. do Dep. Ciencia dos Alimentos, UFLA, Campus Universitario, CEP: 37.200-000, Lavras, MG, sborges@ufla.br

⁵ Enga. Química, D.Sc., Profa. do Dep. de Engenharia Bioquímica, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, mcantun@terra.com.br

⁶ Econ. Doméstica, MSc., Dep. de Tecnologia de Alimentos, UFRRJ, Seropédica, RJ, ivanildamariaa@yahoo.com.br

Introducción

La manzana, es originaria de Asia Central, necesita climas templados característicos para su producción, fue introducida, en 1926. El mercado de la manzana nacional se estableció en la última década, substituyendo una parte significativa de las importaciones. Las principales variedades comerciales són: Gala, Fuji y Golden delicious, representando conjuntamente más del 95% de toda la producción brasileña (WOSIACKI et al., 2000).

Para evitar desperdicios y conseguir productos de cualidad, la reducción de la actividad de la agua durante el procesamiento y el almacenamiento tiene una importancia fundamental. El secado es una operación en que se retira el exceso de humedad de los productos, para llegar a valores de humedad que soporten daños, almacenamiento y embalaje (XAVIER et al., 2002).

El proceso de secado produce numerosas mudanzas físicas y químicas en el material, aumentadas principalmente por la concentración, la temperatura, el contacto con el oxígeno y el aumento en la concentración de azúcares en el producto (LEWICKI e PAWLAK, 2003). El pré-tratamiento osmótico es capaz de conservar mejor las características geométricas de las frutas, probablemente por la incorporación de sólidos durante la etapa de deshidratación.

La entrada de solutos en el producto parece dar, a la estructura celular, una resistencia mecánica mayor, minimizando las deformaciones de las aristas, resultantes de la acción del calor durante el proceso de secado (EL-AOUAR, 2001). Además, contribuye para una mejor conservación del color natural del producto (POKHARKAR et al., 1997; MORAGA et al., 2000) y para la reducción de los gastos energéticos de secado (VON NIEUWENHUIJZEN et al., 2001). Sin embargo, es necesario un método complementario para conseguir un producto con buenas características en conservación de la humedad (SANKAT et al., 1996).

Según Robbers et al. (1997) y Goularte et al. (1999) las desventajas de la deshidratación osmótica són: el tiempo mayor de secado, la reducción de la acidez natural de la fruta y el aumento de la concentración de azúcar en el producto.

La tasa de deshidratación osmótica esta influenciada por varios factores bastante discutidos en la literatura, entre ellos: el tipo de soluto osmótico (BORGES e MENEGALLI, 1994, VONNIEUWENHUIJZEN et al., 2001, LENART E PIOTROWSKI, 2001). Según resultados en la literatura, indicados por Von Nieuwenhuijzen et al. (2001),

manzanas inmersas en solución de jarabe de maíz (alto contenido de fructosa) absorbieron más sólidos que en la solución de sacarosa; se consigue más pérdida de agua utilizando solutos con mayor peso molecular o ionizados en solución. Salvatori e Alzamora (2000) verificaron que manzanas infundidas en sacarosa absorbieron más sólidos que infundidas em glucosa, debido a la menor capacidad de este azúcar en bajar la actividad de agua. Mientras que las tasas de remoción de agua fueron muy próximas.

Debido al flujo de masas en el proceso (salida de agua y compuestos solubles del alimento para la solución y la entrada de soluto en la solución de la fruta) la composición del alimento se altera, como fue verificado por Borges e Menegalli (1994), en el estudio sobre osmosado de manga, donde analizaron el aumento en la concentración de azúcares reductores y no reductores en diferentes temperaturas de secado por convección.

Basado en lo expuesto este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del pré-tratamiento osmótico con sacarosa y maltodextrina en el secado de manzanas de 70 °C, así como en las características físicas y químicas de estes productos.

Materiales y Métodos

Para la realización de los experimentos fueron utilizadas manzanas de la variedad Gala, adquiridas en el comercio local y almacenadas sub refrigeración hasta ser procesadas. Las manzanas fueron seleccionadas, higienizadas en agua a 200 ppm de cloro, peladas y cortadas em rodela, con una espesura de 5 mm y las semillas retiradas.

Fueron utilizadas dos soluciones: sacarosa y maltodextrina (10 DE), a 50 °Brix, donde las rodela fueron inmersas durante 6 horas en temperatura ambiente y después fueron escurridas y lavadas en agua fría, distribuidas en bandejas con telas de nylon y pesadas. Las bandejas fueron llevadas a un secador comercial Pardal 60 (estufa ventilada) operando a 70 °C, y en intervalos de tiempo pré-determinados, las bandejas fueron retiradas rápidamente y pesadas en la balanza. Las manzanas fueron deshidratadas hasta $\pm 10\%$ de humedad final y acondicionadas en embalajes de polietileno y almacenadas sub refrigeración para posteriores análisis físico-químicas.

Antes y después del secado, fueron realizados análisis físico-químicas y químicas según las recomendaciones del Instituto Adolfo Lutz (1985) estas

són pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, humedad, azúcares reductores y totales. El rendimiento fue calculado a partir de la diferencia entre el peso inicial y final del material.

La evaluación estadística de los datos experimentales fue hecha siguiendo delineamiento enteramente casualizado, donde las medias de las tres repeticiones fueron sometidas al Teste de Duncan a 5% de nivel de probabilidad (GOMES, 1990).

Resultados y Discusión

La caracterización físico-química y química de las manzanas “en natura” esta presentada en la Tabla 1.

Estos resultados fueron semejantes a los encontrados por Selmo et al. (1996) y Czelusniak et al. (2003) para este cultivar. En la Tabla 2 vemos los valores medios de los análisis de composición de la manzana concentrada osmóticamente y deshidratada a 70 °C, así como el rendimiento del proceso.

Tabla 1- Caracterización físico-química y química de la manzana Gala “en natura”

Componente	Concentración
Humedad (%)	85,74 ± 0,17
Sólidos solubles (°Brix)	12,03 ± 0,03
Azúcares reductores (%)	9,93 ± 0,35
Azúcares no-reductores (%)	2,58 ± 0,90
Azúcares totales (%)	12,50 ± 1,08
Acidez (% de ácido málico)	0,23 ± 0,07
pH	3,90 ± 0,00

Tabla 2 - Composición de la manzana Gala, concentrada por osmosis, deshidratada y el rendimiento respecto a la materia prima

Componente	Control*	Agente de concentración	
		Sacarosa	Maltodextrina
Azúcares reductores (%)	66,77 a**	57,30 c	58,32 b
Azúcares no-reductores (%)	18,89 c	39,22 a	19,10 b
Azúcares totales (%)	83,90 b	95,50 a	76,29 c
Acidez (% de ácido málico)	1,16 a	1,02 c	1,10 b
pH	4,07 c	4,21 a	4,13 b
Rendimiento (%)	17,38 c	29,58 a	25,38 b

* sem pré-tratamiento osmótico; **Medias seguidas por las mismas letras, en la horizontal, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey, al 5% de nivel de probabilidad.

En los azúcares no reductores la mayor diferencia fue presentada por el tratamiento con sacarosa, difiriendo de los demás, debido a la incorporación por el proceso osmótico, lo que aumentó la concentración de los mismos.

Resultados semejantes fueron encontrados por Borges e Menegalli, 1994, bastante documentado en la literatura y definido como aumento de sólidos totales (SALVATORI e ALZAMORA, 2000; NICOLETI et al., 2001; VON NIEUWENHUIJZEN et al., 2001).

Considerando la acidez y el pH, hubo diferencia significativa entre todos los tratamientos. La mayor acidez fue encontrada en el control, siendo seguido respectivamente por los tratamiento con maltodextrina y sacarosa, hecho también observado por Goularte et al. (2000), donde la reducción se atribuye a la influencia del agente de concentración osmótica.

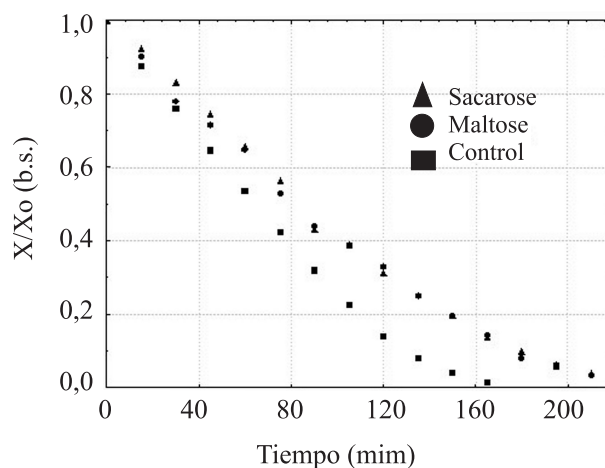


Figura 1- Grado de secado de manzanas deshidratadas a 70 °C con y sin tratamiento osmótico

Los tratamientos con sacarosa y maltodextrina presentaron rendimiento mayor, aumentando en 70% y 46%, respectivamente, con relación al control, o que es interesante para la producción. El mayor rendimiento para sacarosa se debe a su mayor potencial osmótico cuando comparado a la maltodextrina, conforme resultados previamente discutidos por El-Aouar (2001) en el estudio sobre deshidratación osmótica del papaya.

En la Figura 1 están las curvas de secado para así evaluar el efecto del

concentrador osmótico sobre las tasas de secado de manzanas secas a 70 °C. Podemos observar que para conseguir el mismo nivel de humedad tarda más tiempo cuando se usa el tratamiento osmótico previo. Esto es debido a la mayor resistencia a la transferencia de masa, tanto por la presencia del agente osmótico en la superficie, cuanto por la compactación mayor en que se encuentra su estructura celular, por la reducción durante la deshidratación osmótica. Este fenómeno también fue observado por El-Aouar (2001) al secar papaya formosa, también por Borges e Menegalli (1994) al estudiar la deshidratación de manga Tommy Atkins y por Peña (1999) al deshidratar tomates utilizando diferentes pré-tratamientos osmóticos. En relación con los agentes osmóticos las curvas fueron próximas, no hubo un efecto pronunciado, pero en las primeras etapas se observa que los niveles de humedad conseguidos fueron menores con la adición de maltodextrina, lo que según Saurel et al, citado por Von Nieuwenhuijzen et al. (2001), esto se debe al aumento del peso molecular del soluto, que aumenta la diferencia de presión osmótica.

Conclusiones

Las muestras deshidratadas osmóticamente llevan más tiempo para secar. En relación al agente osmótico, la utilización de la sacarosa resultó en productos menos ácidos y en un mayor rendimiento, que el de la maltodextrina. No habiendo diferencias acentuadas en el grado de secado conseguido, se recomienda el uso de sacarosa, por ser un producto más barato e fácil de conseguir en el mercado.

Referências

- BORGES, S. V.; MENEGALLI, F. C. Influência da desidratação osmótica sobre a cinética de secagem de manga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 637-642, 1994.
- CZELUSNIAK, C. et al. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil: aspectos físico-químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p.25-31, 2003.
- EL-AOUAR, A. A. **Avaliação do processo combinado de desidratação osmótica e secagem na qualidade de cubos de mamão formosa (Carica papaya L.)**. 2001.116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 467p.
- GOULARTE, V. D. S. et al. Caracterização físico-química de maçãs fugi concentradas com açúcares e desidratadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 2, p. 149-151, 1999.
- GOULARTE, V. D. S. et al. Qualidade da maçã fugi osmoticamente concentrada e desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 160-163, 2000.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.
- LENART, A. ; PIOTROWSKI, D. Drying characteristics of osmotically dehydrated fruits coated with semipermeable edible films. **Drying Technology**, v. 19, n. 5, p. 849-877, 2001.
- LEWICKI, P. P.; PAWLAK, G. Effect of drying on microstructure of plant tissue. **Drying Technology**, v. 21, n. 4, p.657-683, 2003.
- MORAGA, G. et al. Influence of convective and osmotic drying on same color and firmness properties of strawberry. In: THE INTERNATIONAL DRYING SYPOSIUM, 12., 2000, Noordwijkerhout. Proceedings... Essex: Elsevier, 2000. p.1-8.
- NICOLETI, J. F. et al. Air drying of fresh and osmotically pre-treated pineapples slices: fixed air temperature versus fixed slice temperature drying kinetics. **Drying Technology**, v. 19, n. 9, p. 2175-2191, 2001.
- PEÑA, L. M. R. **Estudo de pré-tratamento para a obtenção de tomate desidratado em fatias**. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- POKHARKAR S. M. et al. A model for osmotic concentration of banana slices. **Journal Food Science Technology**, v. 34, n. 3, p. 230-232, 1997.
- ROBBERS, M. R. et al. A combined osmotic-convective dehydrofreezing process for drying kiwifruit. **Journal of Food Science**, v. 62, n. 5, p. 1039-1047, 1997.
- SALVATORI, D.; ALZAMORA, S. Structural changes and mass transfer during glucose infusion of apples as affected by blanching and process variables. **Drying Technology**, v. 18, n. 1/2, p. 361-382, 2000.
- SANKAT, C. K. et al. The air drying behaviour of fresh and osmotically dehydrated banana slices. **International Journal of Food Science and Tecnology**, v. 31, p. 123-135, 1996.
- SELMO, M. S. et al. Avaliação físico-química e sensorial de maçãs (Malus doméstica, Brorkh.) branqueadas em microondas e desidratadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 1, p.33-38, 1996.
- VON NIEUWENHUIJZEN et al. Osmotic drying kinetics of cylindrical apple slices of different sizes. **Drying Technology**, v. 19 n. 3/4, p. 525-545, 2001.
- WOSIACKI, G. et al. Brazilian apple production: a few years later. **Fruit Processing**, v. 12, n. 12, p. 474-475, 2000.
- XAVIER, J. A. et al. Curvas de secagem para a noz macadâmia em diferentes temperaturas e fluxo de ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2002. 1CD-ROM.