

RESUMEN

El contenido en vitaminas, minerales, fibra y compuestos bioactivos de las frutas hacen que su consumo regular tenga efectos benéficos para la salud. Una alternativa al consumo de la fruta en fresco es la fruta en polvo. Sin embargo, el proceso usado para obtener el polvo debe garantizar la máxima retención de los compuestos bioactivos y el valor funcional de la fruta, al mismo tiempo que debe asegurar unas propiedades físicas adecuadas. Tanto la liofilización como el secado por atomización son dos técnicas que permiten obtener productos en polvo de fácil manejo y de alta calidad sensorial, nutritiva y funcional. Si bien es cierto que los productos en polvo gozan de una alta estabilidad microbiológica, química y bioquímica, por su bajo contenido en agua, la alta higroscopicidad propia de estos productos puede dar lugar a cambios en sus propiedades físicas por efecto del ambiente y del tiempo. Una opción adecuada para proteger del efecto de la adsorción de agua es la adición de solutos de alto peso molecular los cuales pueden, a su vez, actuar como encapsulantes evitando la pérdida de su calidad. El objetivo general de este estudio fue seleccionar el mejor proceso entre la liofilización y la atomización para la obtención de pomelo en polvo de alta calidad nutritiva, funcional y sensorial.

Con este objetivo se llevó a cabo la optimización de cada proceso de deshidratación usando la metodología de superficie de respuesta.

Como variables de los procesos se consideraron, en ambos casos, la cantidad de goma arábica (GA) y de fibra de bambú (FB) incorporadas como coadyuvantes de los procesos, así como la cantidad de agua de la muestra en el caso de la liofilización o la temperatura de atomización. Las propiedades analizadas a los productos obtenidos fueron la humedad, higroscopicidad, porosidad, color, compuestos bioactivos (vitamina C, carotenoides totales, fenoles totales) y la actividad antioxidante. Además se consideró el rendimiento en producto de la atomización. Los resultados obtenidos, debidamente validados, permiten proponer, para la liofilización, la incorporación de 4.2 g de GA y 0.58 g de FB por cada 100 g de pomelo triturado y llevar a la muestra, antes de su procesado, hasta una humedad de $90 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{100\text{g}_{\text{mezcla}}}$. En el caso de la atomización, el mejor producto se obtiene cuando la temperatura de entrada del aire en el equipo es de 120 °C y al licuado de pomelo se añaden 4 g GA y 2 g de FB por cada 100 g. La comparación de ambos productos permite proponer a la liofilización como una mejor tecnología de secado que la atomización ya que proporciona un producto en polvo con menor humedad, higroscopicidad y luminosidad, mayor porosidad y mayor contenido en fenoles, carotenoides y actividad antioxidante. Además el rendimiento en producto de la liofilización es mucho mayor que el de la atomización y los subproductos generados mucho menores.

Por otra parte, se llevó a cabo un estudio específico para confirmar el poder encapsulante de los dos solutos utilizados. Los resultados

obtenidos permiten confirmar el beneficio de la adición conjunta de la goma arábica y la fibra de bambú especialmente frente a la temperatura de atomización, pues la mezcla ofrece una mayor protección de la degradación del ácido ascórbico, α -tocoferol, fenoles totales y actividad antioxidante que cuando se añaden por separado. Por su parte, la caracterización de los diferentes compuestos bioactivos y su correlación con la actividad antioxidante realizada en esta parte del estudio, mostró que los compuestos fenólicos contribuyen de manera significativa a la actividad captadora de radicales libres y a la inhibición de la decoloración de β -caroteno, mientras que el ácido ascórbico y el α -tocoferol contribuyen a incrementar el poder reductor.

Además se ha estudiado la estabilidad de los polvos optimizados durante el almacenamiento, a 4 y a 20 °C y a diferentes humedades relativas del entorno. La modelización conjunta de los datos de sorción de agua y de variación de la temperatura de transición vítrea con la humedad de las muestras permite establecer los valores críticos de humedad y actividad del agua que aseguran el estado vítreo del producto en polvo. En este sentido, para su almacenamiento se recomienda la refrigeración y mantener la humedad relativa del entorno del orden del 10 %. En cuanto en el pomelo en polvo se inicia la transición vítrea, comienza la degradación de los compuestos bioactivos, siendo los carotenoides los más sensibles. En condiciones de almacenamiento menos restrictivas a las

comentadas, en tan sólo un mes de almacenamiento ya se observan pérdidas importantes de los compuestos estudiados, que son menores en el producto liofilizado que en el atomizado. Por otra parte, para que en el almacenamiento empiecen a detectarse problemas de apelmazamiento del polvo suelto o cambios de color, es necesario que una mayor cantidad de producto haya pasado a estado gomoso. En este sentido, para el estudio de la pérdida de compuestos bioactivos, del cambio en las propiedades mecánicas y del cambio de color se recomienda considerar la temperatura inicial, la del punto medio o la del punto final de la transición vítrea, respectivamente.

Finalmente se realizó un análisis sensorial de los productos en polvo rehidratados para evaluar el grado de aceptación de los zumos así obtenidos y su probabilidad de compra. En general el zumo de pomelo, incluso el natural o el comercial, no mostró una buena aceptación por parte del consumidor debido a su astringencia y elevada acidez. El análisis de penalización mostró que si se mejora el dulzor de las muestras y se disminuye su astringencia podrían mejorar los productos y cambiar su grado de aceptación por parte del consumidor, lo que en el caso de los zumos obtenidos por rehidratación del pomelo en polvo podría conseguirse rehidratando al nivel del zumo natural, en lugar de al pomelo triturado, e incorporando azúcar en esta etapa.