

Pérdida de la capacidad espumante de extractos de hígado de cerdo. Modelado cinético

M.M. López Ortiz, A. Cerón García, M.E Sosa Morales, J. A. Gómez Salazar.

Departamento de Alimentos División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. mm.lopez.ortiz@ugto.mx; julian.gomez@ugto.mx

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo fue estudiar la velocidad de pérdida de la capacidad espumante de extractos de hígado de cerdo. Para ello, se emplearon 5 g de muestra, se trituraron con 100 ml de agua destilada y se filtraron para obtener extractos de hígado de cerdo. Los extractos se sometieron a dos tratamientos de calentamiento, el primero a temperatura de 95°C por 30 min, y el segundo a Ultrasonidos de potencia (US) (40 kHz de frecuencia y 110 W de potencia). Además, se realizaron extractos sin tratar como muestras control. Posteriormente, los extractos fueron batidos utilizando una turrax de inmersión por 30 segundos, seguido se calculó el cambio de volumen del líquido en reposo, teniendo en cuenta el volumen inicial y el final del extracto batido (entre 0 y 120 minutos). Por último, se calculó el porcentaje de pérdida de la capacidad de espuma en base al volumen y se modelizaron las cinéticas obtenidas a partir del modelo matemático de Azuara. La ecuación se ajustó adecuadamente a los datos experimentales, mostrando un coeficiente de correlación superior a 0.99 en todos los casos. La constante de velocidad de pérdida de espuma fue afectada por los tratamientos ($p < 0.5$). Al aplicar ultrasonidos de potencia se presenta una menor velocidad de pérdida de la capacidad espumante, seguido por tratamientos a temperatura de 95°C por 30 minutos. El porcentaje de pérdida de la capacidad espumante fue mayor en muestras sin tratamiento.

Palabras clave: Hígado, capacidad espumante, ultrasonidos.

ABSTRACT: The objective of the present work was to study the kinetics of loss of the foaming capacity of pork liver extracts. For this, 5 g of sample were used, they were crushed with 100 ml of distilled water and filtered to obtain extracts of pig liver. The extracts were subjected to two heating treatments, the first at a temperature of 95 ° C for 30 min, and the second at Power Ultrasound (US) (40 kHz frequency and 110 W power). In addition, untreated extracts were made as control samples. Subsequently, the extracts were shaken using an immersion turrax for 30 seconds, followed, by a change in the volume of the liquid at rest, taking into account the initial volume and the end of the beaten extract (between 0 and 120 minutes). Finally, the percentage of foam capacity loss based on volume was calculated. The modeling of the kinetics was performed from the Azuara model used, which was adjusted appropriately to the experimental data, showing a correlation coefficient greater than 0.99 in all cases. The rate constant of foam capacity loss was affected by the treatments ($p < 0.5$). When applying power ultrasound, there is a lower rate of loss of foaming capacity, followed by treatments at a temperature of 95 ° C for 30 minutes. The percentage of loss of foaming capacity was higher in samples without treatment.

Keywords: Foaming capacity, ultrasounds, liver.

Área: Cárnicos

INTRODUCCIÓN

La producción y consumo nacional de carne de cerdo en México, durante las últimas décadas, ha presentado un continuo crecimiento y la perspectiva de mantener esta tendencia en los próximos años es favorable. Así mismo, el consumo nacional aparente de carne de porcino creció a una tasa media anual de 3.9% y se estima que crezca más en el próximo año (FIRA, 2016). No obstante, el uso de los desperdicios o subproductos que genera la industria cárnica es esencial para la sustentabilidad y optimización de los procesos en dicho sector.

El hígado de cerdo pertenece al grupo de las vísceras en la industria de la carne. De acuerdo con la literatura este alimento proporciona una cantidad de vitaminas y minerales mayor que el que pueda proporcionar otro tejido, además de contener 20.68% de proteína (Corillocilla, 2011). Sin embargo, es importante mencionar que este alimento no es de consumo común, debido a que presentan sabores muy

fuertes para los consumidores, además que culturalmente el consumo de hígado de cerdo en México es escaso, siendo su uso limitado en las industrias cárnicas. De allí, se presenta la posibilidad de usar la proteína de hígado de cerdo como fuente de nutrición y como ingrediente en aplicaciones de la industria alimentaria.

La aplicación de tratamientos como el calor y ultrasonidos producen cambios en las propiedades fisicoquímicas de las proteínas favoreciendo su aplicación tecnológica en la Industria alimentaria. Así, es posible obtener una mayor capacidad de las proteínas para formar espumas, siendo este parámetro importante, debido a que se relaciona con la naturaleza anfipolar de sus moléculas que le permiten actuar como agentes tensoactivos (disminución de la tensión superficial) o agentes de interfase, esto de acuerdo con los tratamientos sometidos (Ferreya, 2007). Igualmente, se pueden presentar cambios en otras propiedades tecno-funcionales de las proteínas como su estabilidad, pH y humedad.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de tratamientos con calor y ultrasonidos en la capacidad de formación de espuma de extractos proteicos de hígado de cerdo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del hígado de cerdo

El hígado de cerdo se adquirió en el rastro municipal de la ciudad de Irapuato, Gto. y de manera higiénica, se colocó en un recipiente limpio y previamente esterilizado, donde fue almacenado y refrigerado a una temperatura de 4°C.

Obtención de extractos de hígados de cerdo

A partir de las muestras refrigeradas, se obtuvieron extractos de hígado. Para ello se emplearon 5g de muestra, se trituraron con 100ml de agua destilada, para luego someterlos a los diferentes tratamientos.

Tratamientos de extracto de hígado

Se realizaron dos tratamientos a los extractos de hígado de cerdo. Un primer tratamiento consistió en someter los extractos a calentamiento (95°C por 30 min.), mientras que, en el segundo tratamiento los extractos fueron sometidos a ultrasonidos de potencia (US), en un baño de ultrasonidos (Branson M2800) a 40 kHz y 110 W de potencia de salida (25°C y 30 min.). Además, se usaron extractos sin tratar como muestras control.

Determinación de propiedades fisicoquímicas

Humedad

Se pesaron 5 g de muestra en una cápsula de porcelana previamente puesta a peso constante; y posteriormente se sometió a calentamiento (103°C) en estufa.

pH

Se midió al término de cada tratamiento, ajustando a una temperatura ambiente y se determinó su pH con pHmetro de mesa (Hach, PH 3) de forma triplicada a cada muestra. El equipo fue previamente calibrado para las determinaciones.

Espumosis

Se determinó la capacidad de formación de espuma de extractos de proteína de hígado según el método de Sathe y Salunkhe (1981), con una ligera modificación. Se prepararon soluciones acuosas de 100 ml al 5 % (p/v) de la muestra. Las soluciones fueron batidas utilizando una batidora de inmersión por 30 segundos y la muestra batida se transfirió en un cilindro de 250 ml y el volumen total fue medido. El porcentaje de incremento del volumen fue calculado con base en el volumen inicial y el final del batido. Las muestras con espuma se dejaron a temperatura ambiente, y los volúmenes del líquido y espuma fueron registrados cada 15 min hasta 120 min. El porcentaje de pérdida de espuma fue calculado con la siguiente ecuación:

$$(PE) \text{ Pérdida de espuma } \% = 100 - \frac{V_2 - V_3}{V_1} \times 100 \quad (1)$$

Donde: V_1 es el volumen inicial de espuma; V_2 volumen de espuma al tiempo “x”; V_3 es el volumen del líquido al tiempo.

Modelo de Azuara

A fin de describir la Pérdida de capacidad de formación de espuma (PE) se ajustó el modelo de Azuara basado en los cambios de volumen antes y después de batir los extractos de hígado. La PE son dados por la siguiente ecuación:

$$PE = \left(\frac{s.t. \cdot PE_{\infty}}{1 + s.t} \right) \quad (2)$$

Donde:

PE_{∞} = Pérdida de capacidad de formación de espuma en equilibrio

s = parámetro relacionado con la tasa de cambio de volumen de espuma en el extracto de hígado

t = tiempo

La linealización de la Ec. (2) se realizó para obtener el parámetro relacionado con la tasa de cambio por la siguiente ecuación:

$$\frac{t}{PE} = \frac{1}{s(PE_{\infty})} + \frac{t}{(PE_{\infty})} \quad (3)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos

El comportamiento de pH de las muestras fueron diferentes en los tratamientos, en el tratamiento 1 (95°C x 30 min) se obtuvo un promedio de 7.09 y con ultrasonido (25°C x 30 min) fue de 6.29 de pH, mientras el control se mantuvo a 6.13. El uso de altas temperaturas provoca una desnaturalización de la proteína de los extractos, así mismo un cambio en la estructura y su punto isoeléctrico, produciendo así un descenso del pH. La humedad del producto fue 71.01±2, dicho valor es acorde para subproductos y productos de este tipo en la industria de la carne.

Espumosisidad

En relación con los extractos de proteína de hígado en diferentes condiciones respecto el tiempo se presenta la pérdida de formación de espuma en la figura 1, donde se observa que el extracto no tratado (control), presentó una mayor pérdida en el tiempo de 60 (min) con un 95%. En los tratamientos a 95°C x 30 min y con ultrasonidos (25° x 30 min) se observa una menor pérdida de espuma, es decir, presentan mejor estabilidad en el tiempo de 60 (min), con valores de 91% y 87% de pérdida de espuma, respectivamente. En todos los casos, a mayor tiempo se incrementa la pérdida de espuma. La proteína de hígado tratada con US y calor presentó mayor retención de la capacidad de espumosisidad en el tiempo en comparación de las muestras control, debido a que estas condiciones, favorecen a cambios físicos y químicos a la muestra (López-Malo, Palou, Jiménez-Fernández, Maris Alzamora, & Guerrero, 2005). Las ondas ultrasónicas y la temperatura desnaturalizan la proteína favoreciendo su capacidad de agentes ligante, lo cual aumenta la capacidad de espumosisidad de la proteína de hígado de cerdo. Así, tratamientos con altas temperaturas provocan rompimiento extremo de la proteína, mientras que tratamientos térmicos moderados pueden mejorar las propiedades espumantes provocando así una expansión del aire y prolongación de su retención con lo cual se puede llevar a un rompimiento de las burbujas y de la red en mayor tiempo, a menos que las proteínas cambien sus propiedades gelificantes y puedan de esta forma aumentar la estabilidad de la espuma (Ferreira, 2007).

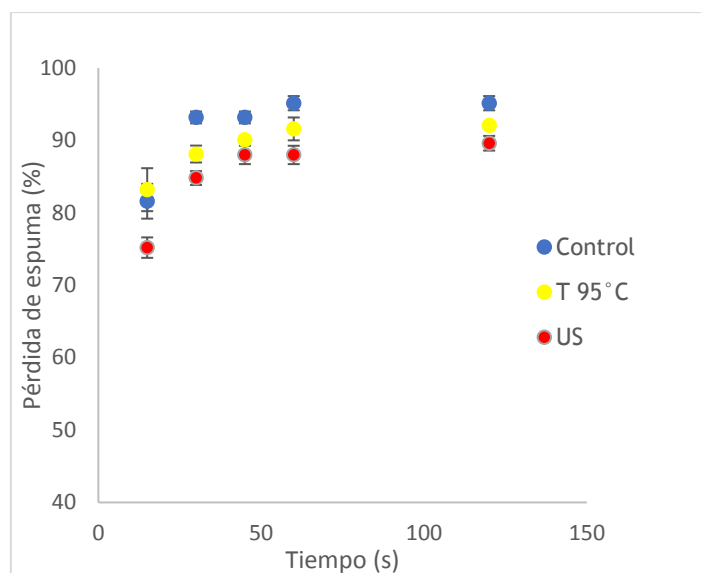


Figura 1. Comportamiento de la pérdida de la espuma en el extracto de proteína en tratamiento de temperatura (95°C x 30min), ultrasonido (25°C x 30 min) y sin tratar (control).

Modelamiento de las cinéticas

La adaptación del modelo de Azuara para las cinéticas de pérdida de la capacidad de formación de espuma en los extractos de hígado reflejó un alto coeficiente de correlación (R^2) por encima de 0.98; esto datos son mostrados en la **Tabla 1**. Esto quiere decir que el modelo empleado se ajustó adecuadamente a los valores experimentales realizados para cada cinética. También se puede observar que la tasa de cambio del modelo (s) cambia conforme al tratamiento aplicado, así como con la temperatura. Esta disminuye con la aplicación de temperatura y energía acústica.

Tabla I.- Efecto de los tratamientos en los valores de la tasa de cambio del modelo de Azuara (s), % de equilibrio para la pérdida formación de espuma (% PE_{∞}) y el coeficiente de correlación (R^2).

| Pretratamientos | Pérdida de formación de espuma | | |
|--------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| | % PE_{∞} | s | R^2 |
| Control | 96 | 0.009 | 0.98 |
| Temperatura 90°C | 92 | 0.007 | 0.98 |
| Ultrasonidos (US) | 89 | 0.005 | 0.98 |

A modo de ilustración, en la figura 2, se presenta la cercanía entre los valores experimentales y los valores calculados por el modelo de Azuara, observándose una adecuada correlación, lo cual se relaciona con los valores de R^2 en la **Tabla 1**. El modelo describe adecuadamente los resultados experimentales para la pérdida de formación de espuma.

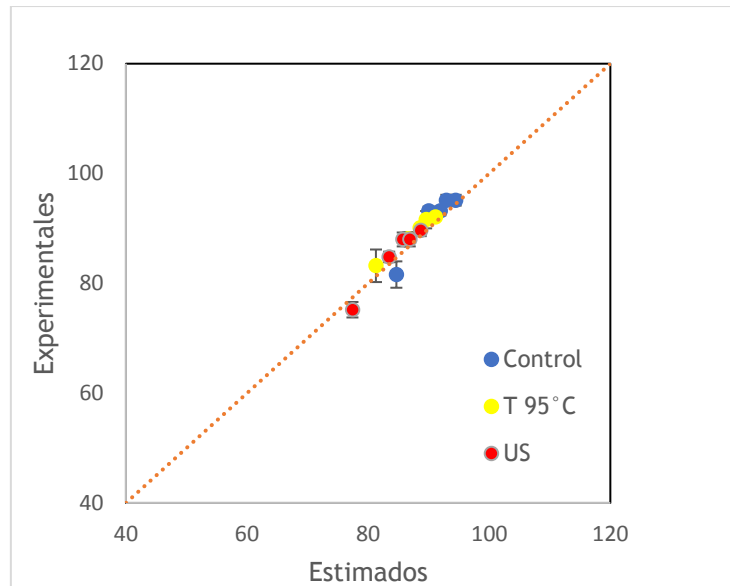


Figura 2. Relación y ajuste entre los datos experimentales y calculados por el modelo, tratamientos: (95°C x 30min), ultrasonido (25°C x 30 min) y sin tratar (control).

CONCLUSIÓN

El mejor tratamiento es US, debido a que mantiene por mayor tiempo la estabilidad de la espuma y retarda su pérdida. Altas temperaturas desnaturalizan las proteínas y estas presentan alta espumabilidad, pero se pierde de forma rápida.

BIBLIOGRAFÍA

- Corillocilla, I. (2011). *Influencia de cuatro niveles de concentración del hígado de pollo (Gallus domesticus) en las características sensoriales del páté*. Tesis. Satipo, Perú: Univ. Nal. de Perú ; Fac. Cien.
- Ferreira. (2007). *Propiedades emulsificantes y espumantes de las proteínas de harina de cacahuete (Arachis hypogaea Lineau)* Tesis. Brasil: Univ. Fed. de Santa Catarina.
- FIRA. (2016). *Panorama Agroalimentario*. México: FIRA.
- López-Malo, A., Palou, E., Jiménez-Fernández, M., Maris Alzamora, S., & Guerrero, S. (2005). Multifactorial fungal inactivation combining thermosonication and antimicrobials. *Journal of Food Engineering* 67, 87–93.
- Reid, F., Ahmed, K., Waites, W., & Stewart, G. (1990). The rapid detection of antimicrobials using bioluminescent lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol*, 88.
- Sathe, S. K., & Salunkhe, D. K. (1981). Functional properties of the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins: Emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. *Journal of Food Science*, 46(7), 1–74.