

Capacidad emulsionante de sueros de soja

Sobral, P. A. ⁽¹⁾, Wagner, J. R. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos. Facultad de Ciencias Exactas (UNLP-CONI-CET), La Plata, Buenos Aires, Argentina - ⁽²⁾ Departamento de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: jwagner@unq.edu.ar

Recibido: 29/06/2010 - Aprobado: 19/10/2010

Resumen

El objetivo fue analizar la capacidad emulsionante de diferentes sueros de soja como productos integrales. Se ensayaron: suero de soja liofilizado (SSL), suero de soja liofilizado y calentado (SSLC), suero de tofu liofilizado (STL) y suero de tofu secado térmicamente (STST). Las emulsiones fueron realizadas a igual nivel de proteína bruta (0,1–1,0% p/v, buffer fosfato 10 mm, $\Phi_{w}=0,33$, Ultraturax T-25). La estabilidad de las emulsiones (medida a través del aceite separado) decreció en el orden: SSLC > STST > STL > SSL. Estos resultados se correlacionan con el índice de actividad emulsificante con y sin SDS. Por medidas de BackScattering y difracción láser se observó una reducción del tamaño de partícula en las emulsiones preparadas con sueros calentados (SSLC respecto a SSL y STST respecto a STL). Se observaron diferencias en la capacidad emulsionante de SSLC y STST, atribuidas a las condiciones de calentamiento. Las reacciones de desnaturalización y de formación de agregados glicosilados en el suero de soja liofilizado y calentado reducirían la formación de flóculos en la emulsión, principal mecanismo de desestabilización en estas emulsiones.

Palabras clave: Residuales líquidos, subproductos industriales de la soja, agente emulsificante.

Abstract

The objective was to analyze the emulsifying capacity of different soybean wheys as integral products. The following samples were tested: lyophilized soybean whey (LSW), heated LSW (HLSW), lyophilized tofu whey (LTW) and heat-dried tofu whey (HDTW). The emulsions were carried out at same level of total protein (0.1–1.0% w/v, phosphate buffer 10 mm, $\Phi_w=0.33$, Ultraturax T-25). Emulsion stability (measured by the separated oil) decreased in the order: HLSW > HDTW > LTW > LSW. These results are correlated with emulsifying activity index (EAI) with and without SDS. Assays of backscattering and laser diffraction showed a reduction of particle size in emulsions prepared with heated whey (HLSW and HDTW in comparison with LSW and LTW, respectively). The differences between HLSW and TDTW can be attributed to the glycosilated products generated during thermal treatment under anhydrous conditions, factors which prevent the flock formation postulated as the main mechanism to destabilize these emulsions.

Keywords: Liquid residual, soy products industries, emulsifying agent.

Introducción

Tanto la obtención de aislados de manera tradicional como la industria del tofu conducen a la formación de importantes cantidades de sueros de soja (SS) y de tofu (ST). Ambos sueros contienen sales e hidratos de carbono solubles de la soja (mayoritariamente sacarosa, estaquiosa y rafinosa), enzimas (β -amilasa, lipooxigenasa y ureasa) y factores antinutricionales como la lectina y los factores antitripticos de Kunitz (FAK) y de Bowman-Birk (FABB) con propiedades anticancerígenas (Kennedy, 1993). Se ha demostrado en ST niveles importantes de isoflavonas (genistina, daidzeína), fitoestrógenos de reconocidos efectos beneficiosos para la salud (Espinosa-Martos et al., 2006; Ben Ounis et al., 2008). SS y ST representan un problema ambiental para su descarte directo. El objetivo del trabajo fue analizar en forma comparativa el poder emulsificante de estos sueros como productos integrales, para su posible utilización en la industria alimentaria.

Materiales y Métodos

Obtención del aislado y de los sueros

El suero de soja (SS) es el sobrenadante isoelectrico de la preparación de aislados (Sorgentini y Wagner, 1999) a partir de harina

de soja (ProsamTM R; Brasil). El suero de tofu (ST) fue obtenido de la industria (Soyana S.H.). SS y ST se liofilizaron dando SSL y STL. El SSL se calentó a 5 °C/min hasta 150 °C en cápsula cerrada de acero inoxidable, se enfrió (hielo, 30 min), recuperando la muestra SSLC con el FAK totalmente inactivado (Sobral y Wagner, 2007). ST se concentró con rotavapor Büchi R-124 (50 °C, 50 min) hasta $21,2 \pm 0,3$ g/l (pH= 5,8), se secó en estufa de vacío (50 °C; 10 mm Hg; 4 hs), se molió y deshidrató a HR=0 (P_2O_5 , 5 días), dando la muestra STST. En todas las muestras se determinó el contenido (% p/p) de: cenizas (por calcinación 550 °C), calcio (a partir de cenizas por absorción atómica, Shimadzu AA-6650), glúcidos totales (colorimetría con fenol-sulfúrico) y proteínas (Kjeldahl, Nx6,25) para preparar emulsiones con igual nivel de proteína.

Preparación, caracterización y estudio de emulsiones

Las emulsiones o/w se prepararon homogeneizando 10 g de dispersión (1, 5 y 10 mg proteína/ml buffer fosfato 10 mm H 7) con 5 g de aceite refinado de girasol a 20.000 rpm (Ultraturax T-25, rotor S25N-10G, 1 min, $20 \pm 2^\circ\text{C}$). La microestructura de las emulsiones se analizó midiendo el diámetro de partícula $D_{1,0}$ y $D_{4,3}$ con un Malvern Mastersizer 2000E, con y sin SDS (0.1%) y determinando por turbidimetría el índice de actividad emulsificante, IAE (Pearce y

Kinsella, 1978). La cinética de separación gravitacional (cremado) de las emulsiones se estudió con un analizador óptico vertical (Quick Scan, Beckman), registrando los perfiles de backscattering (BS %) y transmitancia (T %) en función de la altura de la emulsión (cada minuto durante 1 hora) y midiendo los valores promedio de BS y T en la base del tubo (7-9 mm). La constante cinética de separación gravitacional se calculó como: $K = [10^3 / (BS_{0, \text{prom}} \times t_{1/2})]$ donde $BS_{0, \text{prom}}$ es BS inicial promedio y $t_{1/2}$ el tiempo para el cual $BS_{\text{prom}} = 0,5 \times BS_{0, \text{prom}}$. El aceite separado (%AS) en las emulsiones al ser sometidas a centrifugación se determinó siguiendo el procedimiento experimental descrito por Palanuwech et al. (2003) con leves modificaciones (Palazolo y Wagner, 2007).

Las determinaciones de DTP fueron realizadas por triplicado y IAE al menos por quintuplicado (por la alta dispersión del método). La cinética de separación gravitacional y el aceite separado se midieron al menos por duplicado para los ensayos a 5 y 10 mg/ml y por triplicado para el ensayo a 1 mg/ml.

Resultados y Discusión

Para SSL, el contenido de proteínas, carbohidratos, cenizas y calcio fue de $16,3 \pm 0,1$; $68,0 \pm 2,8$; $16,1 \pm 0,9$ y $0,19 \pm 0,01\%$, respectivamente. En tanto que para STL las mismas determinaciones resultaron: $15,3 \pm 0,2$; $38,2 \pm 1,5$; $22,6 \pm 0,1$ y $3,39 \pm 0,01\%$, respectivamente. Estas composiciones fueron comparables en las muestras calentadas (SSLC y STST). Las emulsiones con SSL y SSLC se prepararon con concentraciones de proteína equivalentes a las STL y STST pero, debido a la diferente composición de los sueros, los contenidos en carbohidratos y sales fueron diferentes. Los valores de K muestran que en todo el rango de concentraciones analizadas la desestabilización por cremado crece siguiendo el orden: $STL > STST > SSLC > SSL$ (Tabla 1).

Excepto en las emulsiones con SSL, en los demás sueros el incremento de la concentración se traduce en una mayor estabilización por cremado. En SSL, a alta concentración habría un efecto desestabilizante de los otros componentes del suero. Las cinéticas de desestabilización (no mostradas) y los valores de T % (Tabla 1) indican que aun a concentraciones medias y altas las emulsiones con SSL presentan una mayor clarificación, mientras que la que menos se clarifica a alta concentración es la STST. Todas las muestras tienen $D_{1,0}$ similares (entre 0,62 y 0,66 con y sin SDS); los valores IAE indican que el área creada durante la homogeneización decrece siguiendo el orden: $STL > STST \approx SSLC > SSL$ (con y sin SDS). Por tratarse de emulsiones multimodales, los $D_{4,3}$ (Tabla 1) dan cuenta de la contribución de gotas grandes de fase dispersa. En presencia de SDS el tamaño de gota crece siguiendo el orden: $STL > STST > SSLC > SSL$. Las diferencias entre IAE y $D_{4,3}$ con y sin SDS revelan que las emulsiones con STL y SSLC son menos floculadas que las de SSL y STST.

Muestra	mg/ml	K	T% (1h)	BS ₀ (%)	SDS (0,1%)	IAE (m ² /g)	D _{4,3} (µm)
STL	1	10,96	7,11	55,3±3,4	-	24,6	35,41
	5	3,34	7,11	60,2±2,0	+	33,1	31,99
	10	1,98	4,25	62,1±0,8	-	23,0	52,97
STST	1	17,68	6,64	51,5±2,9	+	31,6	34,07
	5	5,49	0,17	60,1±1,7	-	16,7	70,58
	10	2,15	0,03	60,2±0,9	+	18,5	45,54
SSL	1	20,00	14,01	38,2±3,1	-	24,5	40,03
	5	32,49	28,56	48,5±1,9	+	30,4	35,54
	10	57,12	27,07	53,4±1,1	-	24,5	40,03
SSLC	1	19,71	12,36	51,4±4,5	+	30,4	35,54
	5	9,72	4,73	56,4±2,1	-	24,5	40,03
	10	8,77	2,12	56,2±0,9	+	30,4	35,54

Tabla 1. Parámetros de estabilidad y microestructura de emulsiones con diferente concentración de proteína en fase acuosa. K: constante cinética de separación gravitacional; T %: Transmitancia en la zona inferior de la emulsión a 1 h; BS₀: Backscattering inicial; IAE: Índice de actividad emulsificante. D_{4,3}: diámetro medio de Sauter. Los valores BS₀ son promedios de al menos dos determinaciones independientes expresados con sus correspondientes desvíos estándar.

Los valores de Backscattering inicial (BS₀) para un $\Phi_{\text{máscico}}$ dado (Tabla 1) son proporcionales a la cantidad de gotas y al área creada; para una misma muestra un incremento en la cantidad usada se traduce en un incremento en el BS₀ como consecuencia de una mayor cantidad de gotas de un menor tamaño. Si comparamos los sueros entre sí, se encuentra que para las tres concentraciones ensayadas el mejor agente emulsificante es el STL (lo que se corresponde con la menor floculación y menor tamaño de partícula), seguido del STST y SSLC. Además, se observó que las emulsiones STL forman cremas muy hidratadas (dato no mostrado). En cuanto a su estabilidad a la centrifugación, todas las emulsiones liberan menos aceite (<AS %) a medida que aumenta la concentración de proteínas (Gráfico 1). Las muestras sometidas a calentamiento (STST y SSLC) reducen notablemente la liberación de aceite; en el caso de SSLC, a todas las concentraciones.

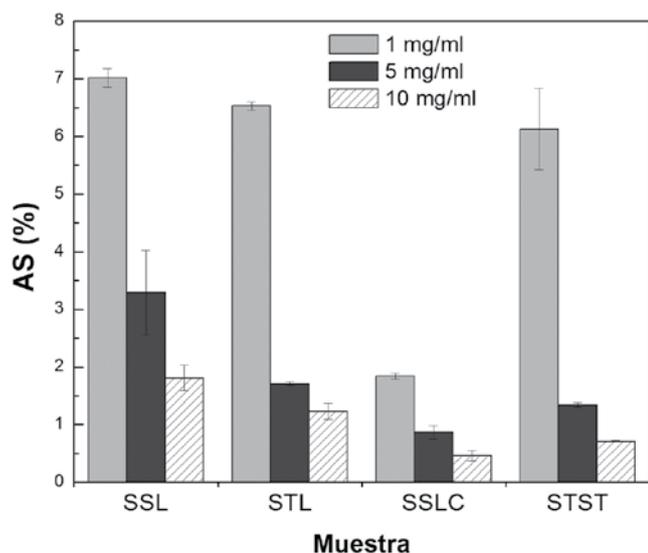


Gráfico 1. Aceite separado en las emulsiones en función del tipo de muestra y de la concentración de proteína en la fase acuosa. Las barras de error son desvíos estándar de duplicados reales, salvo para los ensayos a 1 mg/ml que se realizaron por triplicado debido a la mayor dispersión en estas determinaciones.

Conclusiones

Un análisis global de los resultados permite concluir que STL (suero con proteínas desnaturalizadas y baja actividad antitriptica, Sobral y Wagner, 2009), incluso con altos niveles de calcio, es un mejor emulsificante que el suero de soja nativo (SSL). Sin embargo, los mejores resultados se obtienen con sueros de soja tratados térmicamente (SSLC y STST), debido a la formación de productos glicosilados. En la muestra SSLC, la desnaturalización y glicosilación proteica en condiciones anhidras además de mejorar las propiedades emulsionantes permite inactivar los factores antitripticos, lo cual es requisito para el uso en alimentos.

Referencias

- BEN OUNIS, W.; CHAMPAGNE, C.P.; MAKHLOUF, J.; BAZINET, L. Utilization of tofu whey pre-treated by electromembrane process as a growth medium for *Lactobacillus plantarum* LB17, En: *Desalination*. 2008, 229(1-3):192-203.
- ESPINOSA-MARTOS, I.; PRÉSTAMO, G.; RUPÉREZ, P. Composición y propiedades del suero de soja, un subproducto de la elaboración del tofu. En: *Alimentaria*. 2006, (371):72-73.
- KENNEDY, A.R. Anticarcinogenic activity of protease inhibitors. En: TROLL, W.; KENNEDY, A. R. *Protease inhibitors as cancer chemopreventive agents*. New York: Plenum Press, 1993. pp. 9-64.
- PALANUWECH, J.; POTINENI, R.; ROBERTS, R.F.; COUPLAND, J.N. A method to determine free fat in emulsions. En: *Food Hydrocolloids*. 2003, 17(1):55-62.
- PALAZOLO, G.G.; WAGNER J.R. Effect of freezing on stability of soy protein and sodium caseinate oil-in-water emulsions. En: LUPANO, C.E. *Functional properties of food components*. Kerala: Research Signpost, 2007. pp. 33-56.
- PEARCE, N. K.; KINSELLA, J. E. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique. En: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1978, 26(3):716-723.
- SOBRAL, P.A.; WAGNER, J.R. Thermal properties of soybean whey and its protein. En: LUPANO, C.E. *Functional properties of food components*. Kerala: Research Signpost, 2007. pp. 57-76.
- SOBRAL, P.A.; WAGNER, J.R. Relación entre la composición y la actividad antitriptica de sueros de soja y el comportamiento térmico de sus proteínas aisladas. En: *Información Tecnológica*. 2009, 20(5):65-73.

- SORGENTINI, D.A.; WAGNER, J.R. Comparative study of structural characteristics and thermal behavior of whey and isolate soybean proteins En: *Journal of Food Biochemistry*. 1999 23(5): 489-507.