

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del proceso de extrusión en la degradación de los lípidos de la harina de varios de tipos de cereales (avena, germen de trigo, salvado, soja y sorgo). Se realizó seguimiento de ácidos grasos libres y del desarrollo del descriptor "rancio-oxidado" por olfacción directa, en muestras de harina con y sin extrusión almacenadas durante 60 días en bolsa de polietileno de 30 micrones a 30-35°C. Se realizaron medidas de color, materia grasa y actividad ureásica al inicio, medio y final del almacenamiento. Se ajustaron funciones de regresión de la diferencia "sin extrusión" y "con extrusión", para los ácidos grasos libres. Los resultados obtenidos indicaron que la extrusión disminuyó significativamente la degradación lipídica de las harinas de sorgo, salvado, soja, avena. Sin embargo la harina de germen extrudida, tuvo un aumento de rancidez por oxidación.

Abstract

The objective of the present work was to assess the effect of extrusion process applied in flours of different grains (oat, wheat germ, wheat bran, soy and sorghum). Samples with the application of extrusion and conventional milling process (no extrusion) were stored during 60 days at 30-35°C. Free fatty acids, moisture and sensory oxidized-rancid aroma were measured through the 60 days of storage. Samples were packed in bags of 30 microns polyethylene. Color, total fat content, and urease activity were measured at 0, 30 and 60 days of storage. Difference regression analysis between treatments (extrusion and no extrusion) was applied considering by the FFAs. Results presented in this work indicate extrusion process significantly decreases the lipolytic rancidity of sorghum, wheat bran, soy and oat. However extruded wheat germ showed an increase of oxidative rancidity.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (Asamblea Mundial de la Salud, 2002), el Comité Asesor de Guías Alimentarias de los Estados Unidos de 2005 y la Asociación de Medicamentos y Alimentos de los Estados Unidos recomiendan el aumento del consumo de fibra mediante la ingesta de "grano entero" para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, reducción del riesgo de enfermedades cardíacas y diabetes y ciertos tipos de cáncer. Su desarrollo comercial ha sido acotado, en parte debido a la menor vida útil cuando es comparada con las harinas refinadas. El grano entero posee su contenido natural de grasas, aceites y de enzimas lipolíticas que dificultan su incorporación en los alimentos. La degradación lipídica es la principal causa de reducción de la funcionalidad, palatabilidad y propiedades nutricionales. Las estrategias para estabilizar la harina de grano entero deberían estar focalizadas en el control de la actividad de las enzimas lipolíticas.

Materiales y métodos

Elaboración de las harinas

Los granos clasificados y limpios se molieron en un molino de martillo. Se procesaron en una extrusora de tornillo simple de 3 secciones. La temperatura de extrusión dependió del grano procesado. En el procesamiento de la soja y el germen, la torta obtenida luego de la extrusión se desgrasó parcialmente mediante prensa-tornillo. Posteriormente, se procedió al enfriado mediante una corriente de aire forzado, y molienda final en molino de martillo hasta granulometría deseada.

Seguimiento de degradación lipídica por hidrólisis

Se almacenaron 10 bolsitas (polietileno de 30 micrones) con 50 g por cada tipo de harina en cámara acondicionada a 35±2°C, 65±5% HR. Se tomaron muestras por duplicado al inicio, medio y final del estudio y muestras simples cada 10 días. Se congelaron a -18°C en envases con barrera de oxígeno y agua por un período no mayor a 10 días.

Seguimiento de degradación lipídica por oxidación

Fueron almacenadas muestras de cada producción de harina, en condición de freezer a -18°C. Las unidades experimentales fueron ingresando de forma escalonada cada 20, 40 y 60 días a una cámara de 30±2°C. La muestra "0" siempre fue mantenida en freezer. Cada unidad experimental consistió en muestras de 200 g en bolsas (polietileno de 30 micrones), para cada tipo de harina.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) en 7 momentos de muestreo en el caso de la degradación lipídica por hidrólisis y de 4 momentos de muestreo en el caso de la degradación lipídica por oxidación. Los factores de estudio son: "extrusión" con dos niveles (sin y con) y factor "harinas" con 5 niveles (avena, germen de trigo, salvado, soja y sorgo). Se ajustaron funciones de regresión según el comportamiento de las variables medidas en el período considerado.

Medidas de caracterización y seguimiento

- **Humedad.** En harina de soja según AOCS Bc 2-49; en el resto de las harinas según AACC 44-40.
- **Materia grasa.** En equipo Soxtec de Tecator, solvente éter de petróleo ppa.
- **Ácidos grasos.** Según AOCS Ce 2-66.
- **Color.** Mediante colorímetro HUNTERLAB PLUS XE, sistema CIE- L* a* b*. Se determinó el índice de blancura (WI), acorde a Hsu et al (2003). WI = 100-RAI((100-L)*(100-L) + a*a + b*b).
- **Actividad Ureásica.** En soja, según AOCS Ba 9-58.
- **Evaluación sensorial del descriptor "rancio-oxidado".** Un panel conformado por 6 evaluadores seleccionados según la Norma IRAM 20005-1 evaluó las muestras por discusión y consenso en mesa redonda bajo la metodología de Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA). Los evaluadores fueron entrenados según ASTM E1627 (2011) y ISO-IDF 22935 (2009). Las unidades experimentales se evaluaron por olfacción directa. El descriptor evaluado fue rancio-oxidado. Se realizaron ajustes de regresión logística mediante el software SAS.

Resultados y discusión

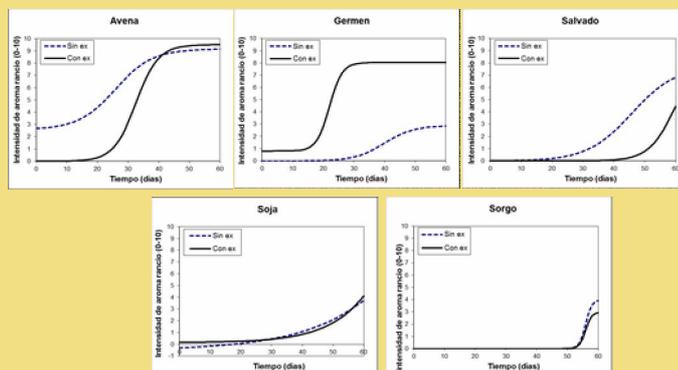
Tabla 1. Resultados del ajuste de la diferencia de cada variable entre la harinas sin y con extrusión por regresión lineal simple, $y = \beta_0 + \beta_1x$. Siendo "y" el valor de la diferencia y "x" el tiempo en días del ensayo. Se informa el valor medio del coeficiente de regresión (Coef. Reg.), el límite inferior (LI 95%) y el límite superior (LS 95%), del intervalo de confianza calculado con un 95% de confianza. El p-valor indica la probabilidad de que el coeficiente de regresión (β_1) no sea significativamente distinto de cero.

	FFA (g ácidos libres / g sólidos secos)						
	β_0			β_1			P valor
	Media	LI 95%	LS 95%	Media	LI 95%	LS 95%	
Avena	37.81	32.56	43.07	0.52	0.38	0.66	0.0001
Germen	12.14	7.51	16.77	0.39	0.26	0.51	0.0001
Salvado	20.59	13.11	28.08	0.24	0.14	0.45	0.05
Soja	2.98	2.31	3.65	0.12	0.10	0.14	0.0001
Sorgo	11.84	3.01	20.66	0.54	0.30	0.78	0.0008

Tabla 2. Valores de color, %Materia grasa y Actividad ureásica de las harinas sin y con extrusión. Letras iguales entre valores para un mismo tipo de harina indica que no existen diferencias significativas entre los procesos, según Tukey al 5%.

		WI		% Materia Grasa (Bs.)		Actividad ureásica (Bs.)	
		Media	P valor DMS	Media	P valor DMS	Media	P valor DMS
Salvado	S/ extrusión	51.91 a	0.01	3.33 a	0.01		
	C/ extrusión	45.04 b	4.32	2.11 b	0.57		
Germen	S/ extrusión	57.98 a	0.26	9.05 a	0.002		
	C/ extrusión	56.80 a	2.54	6.68 b	0.95		
Soja	S/ extrusión	65.72 a	0.0023	11.11 a	0.0003	1.82 b	<0.0001
	C/ extrusión	62.87 b	1.15	10.47 b	0.16	0.27 a	0.48
Avena	S/ extrusión	66.67 a	0.09	5.05 a	0.96		
	C/ extrusión	70.46 a	4.76	5.09 a	1.86		
Sorgo	S/ extrusión	73.40 a	0.53	1.73 a	<0.0001		
	C/ extrusión	74.16 a	3.05	0.84 b	0.05		

Figura 1. Curvas ajustadas de regresión logística para aroma rancio-oxidado. Las regresiones ajustadas resultaron todas significativas ($p < 0,05$).



Conclusiones

El proceso de extrusión disminuyó significativamente el deterioro de la materia grasa en las harinas de salvado, avena, sorgo y soja. En la harina de germen la extrusión provocó un aumento del enranciamiento, considerando necesario continuar estudios para resolver ésta limitante.

El color de las harinas extrudidas no presentó diferencias significativas relevantes con las no extrudidas.

La actividad ureásica en la soja y el contenido de materia grasa de las harinas extrudidas fueron significativamente menores a las no extrudidas.