

INFLUENCIA DE LA SAL EN LAS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DE LAS MASAS

Marta Álvarez, Gwendolyne Hernández y Barbarita Rosas*

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. al Guatao km 3 ½, La Habana, C.P. 19200, Cuba.

E-mail:marta@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se estudió la influencia de la sal común entre 0 y 2 % sobre las características reológicas de las masas de harina medidas en el farinógrafo, amilógrafo y alveógrafo. Las variaciones en los contenidos de sal modificaron las propiedades reológicas. Un aumento de 0 a 2 % produjo una disminución significativa ($p \leq 0,05$) de la absorción farinográfica, del debilitamiento y aumento del tiempo de desarrollo, estabilidad y la viscosidad amilográfica. La sal entre 0 y 2 % produjo en los parámetros del alveógrafo un aumento de la fuerza panadera (W) y de la tenacidad (P).

Palabras clave: reología, sal, harina, masas, farinógrafo, alveógrafo, amilógrafo.

ABSTRACT

Salt influence on flour dough rheological characteristics

The influence of common salt between 0 and 2 % on the rheological characteristics of flour dough measured in the farinograph, amylograph and alveograph was studied. Variations in salt content modified the rheological properties. An increase from 0 to 2 % produced a significant decrease ($p \leq 0.05$) in farinographic absorption, weakening and increased development time, stability and amylographic viscosity. Salt between 0 and 2 % increased baking strength (W) and stiffness (P) in the alveograph parameters.

Keywords: rheology, salt, flour, dough, farinograph, amylograph, alveograph.

INTRODUCCIÓN

La sal (cloruro de sodio) cuando se emplea en la fórmula del pan no solo realza el sabor sino cumple funciones tecnológicas como las de actuar sobre las características reológicas de las masas, lo cual redundaría en la calidad del producto final. Sin embargo, como existe una fuerte evidencia de la relación entre el consumo de sodio y las enfermedades cardiovasculares que son la primera causa de muerte y discapacidad en el mundo (1-3) la Organización Mundial de la Salud (4) recomienda limitar la ingesta diaria de sodio a menos de 2 g, manteniendo para ello el consumo de sal por debajo de 5 g/d. En 16 países identificaron al pan como el alimento mayor contribuyente de sodio a la dieta de la población y 21 países han emprendido el camino de reducir el contenido de sal en los alimentos y tienen establecidas estrategias para la reducción de sal en el pan (5-9). Internacionalmente el contenido de sal en la fórmula del pan tradicionalmente ha sido de 2 % (base harina). Para poder aplicar la reducción de sal en la panadería es conveniente conocer cómo se afectan las características reológicas de las masas por las variaciones de sal.

***Marta Beatriz Álvarez González:** Licenciada en Alimentos (IFAL, 1973). Investigadora Auxiliar. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Universidad Politécnica de Valencia, 2002). Investigadora del Grupo de Molinería, Panadería y Laboratorio de Cereales del IIIA. Presidenta del Comité Técnico de Normalización de "Cereales, legumbres y productos derivados". Trabaja en: evaluación de diferentes materias primas y aditivos en productos horneados y en el aumento de su calidad nutricional, determinaciones de durabilidad de harinas y productos horneados en diferentes condiciones de almacenamiento y en la caracterización de harinas de trigo y sus mezclas con otras harinas.

Este trabajo tuvo como objetivo conocer la influencia de la adición de niveles de sal entre 0 y 2 % sobre las características reológicas de una masa de harina de trigo medidas en el farinógrafo, amilógrafo y alveógrafo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó sal común de calidad alimentaria grado B (10) marca Caisal (Cuba) con un contenido de humedad de 0,23 % y de cloruro de sodio de 98,47 %, determinados por los métodos establecidos (11, 12).

La harina de trigo nacional presentó 13,46 % de humedad; 0,67 % de ceniza; 10,11 % de proteína; 25 % de gluten húmedo; 8,2 % de gluten seco; 431 s de índice de caída y 11,82 % de granulación sobre malla 180 μ m.

Las pruebas reológicas realizadas fueron: farinograma (13) con porcentajes de sal base harina de 0 y 2 %; amilograma (14) con 0; 1 y 2 % y alveograma con 0; 1,25 % (el nivel establecido en el método oficial) y 2 % (15). En todos los casos, la sal necesaria para tener los porcentajes señalados respecto a la harina, se adicionó disuelta en el agua requerida para estas determinaciones. Se analizaron tres muestras para cada determinación exceptuando el alveograma, donde solo se analizó una sola muestra con tres réplicas analíticas. Se compararon los resultados mediante un análisis de varianza de clasificación simple y en los casos que se encontraron diferencias significativas se procedió a comparar las medias por el test de rangos múltiples de Duncan con un 5 % de probabilidad de error. Se utilizó el paquete estadístico PASW Statistic 18 (SPSS Inc., 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la Tabla 1 la absorción de agua fue ligeramente menor al adicionar la sal y tomó más tiempo alcanzar la consistencia máxima expresada como tiempo de desarrollo. Aunque estos indicadores parecieran no convenientes para la panificación porque afectan el rendimiento de la harina y aumentan el tiempo requerido para que se logre la máxima consistencia de la masa, por otra parte los notables aumentos de la estabilidad y disminución del debilitamiento, mejoran la estabilidad de la masa en el mezclado por lo que puede resistir mejor un exceso de mezclado. Variaciones en igual sentido han sido reportadas (16-18) empleando contenidos de sal entre 0 y 4 % y otras calidades de harina.

Atendiendo a la Tabla 2 el aumento en el contenido de sal en la masa produjo un aumento significativo ($p \leq 0,05$) de la consistencia máxima medida en el amilógrafo, la cual era ya alta en la masa sin sal. El amilógrafo en las harinas de trigo se emplea fundamentalmente para obtener información sobre el contenido de alfa-amilasa, a mayor consistencia en el pico de viscosidad menor es el contenido de alfa-amilasa. La harina empleada tuvo actividad de alfa-amilasa muy baja tanto medido con el amilógrafo como por el índice de caída que fue muy alto (431 s). Los valores óptimos de pico de viscosidad dependerán de los tipos de harina y la tecnología donde se emplean. Según el fabricante del amilógrafo se pueden tomar como convenientes para la panificación valores de viscosidad máxima entre 300 y 700 UA (19), pues la viscosidad máxima de la harina gelatinizada debe ser suficientemente baja como para garantizar el desarrollo de las burbujas de gas dentro del pan en las primeras etapas del horneado y suficientemente

Tabla 1. Características farinográficas de las masas con diferentes contenidos de sal

Índices	Contenido de sal (%)	
	0	2
Absorción de agua (%)	58,2 a (0,3)	57,3 b (0,0)
Tiempo de desarrollo (min)	1,5 a (0,0)	11,1 b (0,1)
Estabilidad (min)	8,6 a (0,5)	26,6 b (2,4)
Debilitamiento (U.F.)	67,5 a (3)	21,7 b (2)

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$. Valores entre paréntesis indican la desviación típica.

Tabla 2. Característica amilográficas de las masas con diferentes contenidos de sal

Índices	Contenido de sal (%)		
	0	1	2
Consistencia máxima (U.A.)	1223 a (3)	1363 b (10)	1488 c (10)
T inicio gelatinización (°C)	59,2 a (0,4)	59,2 a (0,4)	59,4 a (0,2)
T en el máximo (°C)	89,0 a (0,0)	89,5 a (0,2)	89,2 a (0,2)

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$.
Valores entre paréntesis indican la desviación típica.

alta para adoptar y mantener sin cambios la estructura formada de la masa. Si la consistencia máxima de una harina es muy alta, como la empleada en este trabajo, no resulta conveniente para la panificación continuar incrementándola porque el almidón ligará una gran cantidad de agua para el hinchamiento y gelatinización durante las primeras etapas del horneado y resultaran migas secas y con tendencia a fisuras (19). En otros tipos de harina, con valores bajos de este indicador, sí pudiera ser conveniente el empleo de la sal para mejorar la calidad del pan.

Con el empleo de almidón de trigo, componente mayoritario de la harina se encontró que al adicionar sal en niveles de 0 hasta 3,5 % los indicadores se comportaron de forma semejante a los de este trabajo (20). Es de esperar por tanto, que el efecto de la sal no fuera solo disminuir la actividad de alfa-amilasa de la harina, ya que en su trabajo no estaban presentes las enzimas amilolíticas, sino que además actuó sobre las propiedades de gelatinización del almidón.

No se encontraron variaciones por efecto de la sal en la temperatura de inicio de la gelatinización o en la temperatura a la cual se alcanzó la consistencia máxima.

En los resultados del alveógrafo (Tabla 3) se observó que al incorporar sal a la masa aumentó la energía de deformación o fuerza panadera (W), lo que coincide con lo planteado por otro autor (21). Esto resulta conveniente para la panificación cuando se trabaja con harinas de poca fuerza. También se observó un aumento de presión máxima o tenacidad (P) al aumentar la sal, mientras que las variaciones en los otros indicadores medidos en el alveógrafo como L (extensibilidad), P/L (equilibrio de la curva) y G (índice de hinchamiento) fueron menos importantes y no

mostraron una tendencia definida. El aumento de P al incorporar la sal no es conveniente cuando este valor es alto y hay una L muy baja, porque se dificulta el crecimiento de la masa en la fermentación (le resulta más difícil ceder ante la presión del dióxido de carbono) y puede ocurrir su desgasificación en los primeros minutos del horneado. La harina empleada en este trabajo tuvo un P/L de 3,1 (el método de análisis oficial emplea 1,25 % de sal) mientras los valores recomendables por la literatura oscilan entre 0,6 y 1,5 (22, 23). Todos los valores de P/L estuvieron muy desbalanceados con una fuerte tenacidad (P) y una muy pequeña extensibilidad (L).

Se han reportado resultados diferentes a los de este trabajo en una harina con contenidos de gluten húmedo y seco de 23,48 % y 8,51 %, respectivamente, donde se emplearon 0, 1 y 2 % de sal y la W disminuyó de 304×10^{-4} J a 188×10^{-4} J pero el P/L aumentó (de 1,29 a 2,30) como consecuencia fundamentalmente de la disminución de L (24, 25).

En cada uno de los equipos utilizados se observaron variaciones significativas de algunas de las características reológicas de las masas por efecto del contenido de sal, esto hace esperar que si las reducciones de sal son muy importantes pudieran conllevar a la necesidad de realizar algunos ajustes tecnológicos en el proceso de panificación.

Tabla 3. Característica alveográficas de las masas con diferentes contenidos de sal

Índices	Contenido de sal (%)		
	0,00	1,25	2,00
W (10^{-4} J)	129	166	205
P (mm)	102,3	105,6	132,0
L (mm)	26	34	33
P/L	3,9	3,1	4,0
G (mL)	11,1	13,0	12,7

CONCLUSIONES

El aumento del contenido de sal de 0 a 2 % (base harina) produjo una disminución significativa ($p \leq 0,05$) de la absorción farinográfica y un aumento del tiempo de desarrollo, pero un beneficioso aumento de la estabilidad y disminución del debilitamiento.

El aumento del contenido de sal entre 0 y 2 % produjo un aumento significativo de la viscosidad máxima medida en el amilógrafo ($p \leq 0,05$) pero no afectó la temperatura de inicio de la gelatinización ni la temperatura a la cual se alcanzó la consistencia máxima.

La sal entre 0 y 2 % produjo un aumento de la W y de la P.

REFERENCIAS

1. He FJ, MacGregor GA. Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. En: Kilcast D, Angus F, ed. Reducing salt in foods. Boca Raton, Fla.: CRC Press; 2007. pp 18-54.
2. He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programs. *J Hum Hypertens* 2009; 23(6):363-84.
3. Doyle ME, Glass KA. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Compr Rev Food Sci Food Safety* 2010; 9(1):44-56.
4. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Technical report series 797. Geneva: World Health Organization; 1990.
5. MSC (Ministerio de Sanidad y Consumo) y AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición). Informe del estudio sobre el contenido de sal en pan. 2008.
6. Lynch EJ, Dal Bello F, Sheehan EM, Cashman KD, Arendt EK. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. *Food Res Int* 2009; 42(7):885-91.
7. Valenzuela L, Atalah E. Estrategias globales para reducir el consumo de sal. *Arch Latinoam Nutr.* 2011; 61(2):111-9.
8. Quilez J, Salas S. Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. *J Nutr Rev* 2012; 70(11):666-78.
9. Valverde M, Picado J. Estrategias mundiales en la reducción de sal/sodio en el pan. *Rev Costarr Salud Pública* 2013; 22(1):61-7.
10. NC 480. Sal. Calidad alimentaria. Cuba; 2006.
11. NC-ISO 2483. Cloruro de sodio para uso industrial. Determinación de la pérdida de masa a 110 °C. Cuba; 2003.
12. Zumbado H. Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. Determinación de cloruro de sodio en alimentos por el método de Mohr. La Habana: Félix Varela; 2006. pp 226-8.
13. NC-ISO 5530-1. Harina de trigo. Características físicas de las masas. Parte 1: Determinación de la absorción de agua y propiedades reológicas usando el farinógrafo. Cuba; 2002.
14. ICC-Standard No. 126. Method for Using the Brabender Amylograph. 1984.
15. NC 672. Harina. Determinación de las propiedades reológicas utilizando un alveógrafo. Características físicas de las masas. Parte 4. Cuba; 2008.
16. Farahnaky A, Hill SE. The effect of salt, water and temperature on wheat dough rheology. *J Tex Stud* 2007; 38(4):499-510.
17. Salovaara H. Effect of partial sodium chloride replacement by other salts on wheat dough rheology and breadmaking. *Cereal Chem* 1982; 59(5):422:6.

18. Salovaara H. Technologies of Salt Reduction in Bread: Issues, Problems and Solution. Disponible en: https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/nutrition_physical_activity/docs/ev20091021_salovaara_en.pdf. Acceso 11 marzo 2010.
19. Brabender Amylograph. Instruction Manual. Mod. 8 002. 2009.
20. D'Appolonia BL. Effect of bread ingredients on starch-gelatinization properties as measured by the Amylograph. *Cereal Chem* 1972; 49(5):532-8.
21. LLarás J. Carta de panes selectos. Barcelona: Vilbo ediciones y publicidad, S.L.;2003. pp 12.
22. Quaglia G. Ciencia y Tecnología de la Panificación. Zaragoza: Acribia; 1991. pp 163-217.
23. Gallego LM. Características de calidad de los trigos blandos Cosecha 1999. XI Jornadas Técnicas de la A.E.T.C; 1999; Toledo, España.
24. Tejero F. Panadería Española. Barcelona: Montagud; 1995. pp 26-32.
25. GRANOTEC. Fechipan (Federación Chilena de Industriales Panaderos). Sal en el pan. Reducción de sodio en la panadería. Disponible en: http://www.fechipan.cl/sal_en_el_pan.html. Acceso 26 septiembre 2013