

Incorporación de inulina en una matriz de almidón-gluten

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA

Trinidad Schlotterbeck¹, Alumna de cuarto año

Verónica Dueik¹, Postdoctorando

Loreto Valenzuela¹, Profesora Asistente

Pedro Bouchon¹, Profesor Asociado

¹DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOPROCESOS

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la sociedad está interesada en llevar una vida más saludable y, con ello, exige alimentos más sanos. En este contexto, es de amplio interés estudiar la cantidad de aceite que absorben los productos fritos y los posibles mecanismos que permitan reducirlo, tal como la incorporación de fibras dietéticas. Las fibras dietéticas son ingredientes cada vez más usados en los productos alimenticios, con la finalidad de aportar beneficios nutricionales a los alimentos que las contienen.

La fibra dietética corresponde a la fracción de pared celular de plantas y está compuesta por lignina y polisacáridos no almidónicos [1]. Ésta puede clasificarse en dos grandes grupos según su solubilidad en agua: fibra soluble e insoluble, estando sus principales propiedades determinadas por su capacidad de retención del agua. La fibra soluble es aquella que forma una dispersión en agua; la cual conlleva a la formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal [1]. Están compuestas, principalmente, por polisacáridos no celulósicos, mientras que la insoluble está compuesta de celulosa, hemicelulosas y ligninas y se caracteriza por retener agua sin dispersarse en ella.

Para efectos de esta investigación se analizó la incorporación de un tipo de fibra soluble, llamada inulina, en un producto frito elaborado a base de gluten y almidón, con el fin de poder estudiar si existe relación entre la adición de la fibra y la disminución en la absorción de aceite durante el proceso de fritura. Dicha premisa se respalda con la hipótesis de que la incorporación de inulina permitiría reducir la absorción de aceite, debido a que promueve la formación de estructura, atrapando los gránulos de

almidón dentro de una matriz y formando una barrera efectiva a la absorción de aceite. Al respecto, cabe destacar que la incorporación de inulina se ha estudiado en pastas, estudios que concluyeron que la adición de esta fibra disminuye la liberación de glucosa durante la digestión, posiblemente debido a la menor disponibilidad del almidón en estas matrices [2]. Además, se observó que la textura, estructura, características de cocción y la calidad nutricional de las pastas están intrínsecamente ligadas con la incorporación de fibras. Otro estudio concluyó que la incorporación de inulina en masa de galletas reduce la degradación in vitro del almidón, provocando una disminución significativa en la liberación de azúcar [3].

El presente artículo resume los efectos benéficos de la incorporación de inulina en una matriz de almidón nativo y gluten, en relación a la absorción de aceite, textura y color, en comparación a las muestras sin fibra (control).

METODOLOGÍA

Materiales: Los materiales utilizados para la formulación de la masa -matriz alimentaria- son: almidón nativo de trigo, gluten de trigo, inulina y agua destilada. Para el proceso de fritura, se utilizó aceite de maravilla.

Preparación de las muestras: Se prepararon 5 formulaciones en que se variaron los contenidos de inulina y almidón nativo de trigo (0; 0,5; 5; 10 y 20% de inulina). Todas ellas contenían un 12% de gluten (bs) y 40% de humedad (bh). Los contenidos de almidón nativo de trigo e inulina se variaron de acuerdo a la Tabla 1. Cada formulación fue preparada en duplicado.

Tabla 1: Contenido de materias primas en los cinco tipos de muestras.

Muestras	Gluten [%bs]	Almidón [%bs]	Agua destilada [%bh]
Control/sin inulina	12	88,0	40
0,5% inulina	12	87,5	40
5% inulina	12	83,0	40
10% inulina	12	78,0	40
20% inulina	12	68,0	40

Para la elaboración de las muestras, se masó el porcentaje de almidón, gluten e inulina correspondiente a cada una de las cinco formulaciones. Primero, se mezclaron con cuchara los sólidos secos y, después, por 2 minutos a 40 rpm, en el mezclador 5K5SS (Kitchen Aid USA). Luego, se agregó la mitad del agua (a temperatura ambiente) distribuido durante 40 segundos y se mezcló por 1 minuto más. El resto de agua se adicionó aproximadamente a 90°C y se esperó 40 segundos para luego mezclar durante 1 minuto más. Con guantes plásticos, se juntó la masa, se generó una bola y se envolvió en el mismo guante para dejarla reposar por 1 hora. Luego, se laminaron las masas en una máquina laminadora LSB516 (Doyon, Canadá) hasta un espesor de 2 mm. Posteriormente, se cortaron las masas laminadas con un molde circular de 38 mm de diámetro, obteniéndose así, chips con **geometría infinita**. Los chips masaron mínimo 2,25 g y máximo 2,45 g. Finalmente, se frieron en aceite a 170°C, hasta alcanzar un 2% de humedad (base húmeda).

Análisis químicos y físicos: Una vez realizados los procesos básicos, se realizó el análisis químico y físico. Del resultado de cada batch de carga, 4 chips se usaron para determinar el contenido de aceite de las muestras y 6 para hacer análisis de color y textura. Cabe mencionar que primero se tomaron fotografías y después se hicieron análisis de textura, ya que durante dicho análisis (o este último), el chip se rompe.

Contenido de aceite: El contenido de aceite se determinó con soxhlet (**extracción sólido-líquido**). Los 4 chips se molieron usando un molinillo de café y se colocaron en papel filtro. Luego, se colocó el papel filtro dentro de un extractor, el cual se une en la parte superior por un condensador y en la inferior, con un balón que contiene éter de petróleo (agente separador). El balón se dejó en contacto con agua caliente por 4 horas, con el objetivo que, al evaporarse el éter, subiera hasta el condensador y, al condensarse, cayera al extractor en que se encuentra la muestra. Una vez lleno el extractor, sifonó y el ciclo se reinició. Con el proceso anterior, se extrajo el aceite de los sólidos y se masaron ambos por separado para determinar cuánto aceite fue absorbido.

Textura: El análisis de textura se realizó utilizando la máquina TA.XT2 Texture Analyzer, usando un test de apoyo en tres puntos. El objetivo fue medir la fuerza máxima requerida para romper el chip. Dicha fuerza se muestra en la figura 2, en la cual el valor reportado corresponde al promedio de 3 mediciones con su respectiva desviación estándar. De esta forma, fue posible representar la fuerza que deberían haber realizado los dientes para masticar y triturar el chip.

Color: El color se analizó con Adobe photoshop CS2. Para hacer el análisis correspondiente, 6 chips de cada muestra se ubicaron al centro de una caja cuadrada de paredes negras, que contenía 4 tubos fluorescentes que iluminaron las muestras homogéneamente, con una proyección de 45°. Una vez obtenida la fotografía, se analizaron con el programa antes indicado, con modo Color Lab. Para cada chip de cada muestra, se seleccionó un área representativa y se obtuvieron los análisis de luminosidad (L*), cromaticidad verde-rojo (a*) y cromaticidad azul-amarillo (b*). Este análisis se realizó con el objetivo de determinar si se generaban diferencias de color entre los distintos chips. Es decir, verificar si era posible identificar si las distintas cantidades de aceite absorbidos por los chips producían variaciones de color.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se detallan los resultados, a excepción de la muestra con 20% de inulina. Esta masa no pudo ser laminada por la pegajosidad inmanejable que presentó.

Contenido de aceite: La Figura 1 muestra el contenido de aceite final de cada muestra. Se observa reducción al sustituir en un 5 y 10% el contenido de almidón nativo de trigo por inulina.

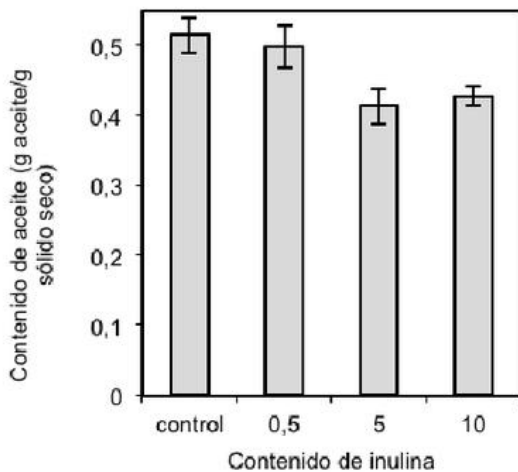


Figura 1: Contenido de aceite para el control y muestras con distintos porcentajes de inulina.

Los experimentales de los chips de matriz de almidón y gluten muestran que al reemplazar un 5% de almidón nativo por inulina, se presenta la menor absorción de aceite durante la fritura. Se ha estudiado la reducción en el contenido de aceite en rosquillas fritas al incorporar goma curdlan (0-1%), comprobando que la incorporación de esta goma, entre 0,7 y 1%, tiene menor efecto en la reducción de aceite que al incorporar un 0,5% [4]. Lo anterior concuerda con los resultados aquí descritos, lo que implicaría que posiblemente el efecto en la formación de estructura, al incorporar inulina, no genera mayores beneficios en cuanto a la reducción en la absorción de aceite al agregar más de 5% de fibra soluble.

Textura: La fuerza máxima para romper el chip se muestra en la Tabla 2 presentada a continuación.

Tabla 2: Análisis de textura de muestras control y muestras con distintos porcentajes de inulina.

Muestras	Fuerza, N	± s.d.
1A - Control sin inulina	10,942	1,109
1B - Control sin inulina	10,140	1,778
2A - 0,5% inulina	11,950	2,475
2B - 0,5% inulina	13,509	1,787
3A - 5% inulina	13,459	1,085
3B - 5% inulina	13,933	1,601
4A - 10% inulina	20,973	1,925
4B - 10% inulina	21,360	1,753

La incorporación de fibra soluble en un 0,5 y 5% no produjo diferencias significativas en la textura. Sin embargo, las muestras con 10% de inulina necesitaron el doble de fuerza que las muestras de control para romperlas, lo que refleja una directa proporción entre la cantidad de inulina agregada y la dureza que presenta el chip. Por lo tanto, los resultados podrían corroborar que la incorporación de inulina promueve la formación de estructura, ya que se requería mayor fuerza para romper los chips que contienen un mayor porcentaje de inulina.

Color: La Tabla 3 contiene las respectivas conversiones a la expresión $L^*a^*b^*$ de las fotografías digitales tomadas a los chips. A continuación, la Figura 2 muestra dichas fotografías.

Tabla 3: Análisis de color de muestras control y muestras con distintos porcentajes de inulina.

Muestras	\bar{L}^*	\bar{a}^*	\bar{b}^*
1A - Control sin inulina	74,735 ±0,825	10,215±0,611	45,973±1,761
1B - Control sin inulina	77,488±2,181	10,427±1,386	45,473±1,902
2A - 0,5% inulina	80,054±1,188	6,971±1,311	45,853±1,831
2B - 0,5% inulina	80,347±1,661	7,109±1,345	45,064±0,679
3A - 5% inulina	77,192±1,066	12,373±0,659	44,480±1,859
3B - 5% inulina	77,393±1,036	11,925±1,385	43,296±1,780
4A - 10% inulina	77,461±2,757	11,561±2,128	45,675±1,609
4B - 10% inulina	76,151±4,171	12,585±3,125	46,849±3,724

Muestra 1A: Control



Muestra 1B: Control



Muestra 2A: 0,5% inulina



Muestra 2B: 0,5% inulina



Muestra 3A: 5% inulina



Muestra 3B: 5% inulina



Muestra 4A: 10% inulina



Muestra 4B: 10% inulina



Figura 2: Imágenes digitales de muestras control y muestras con distintos porcentajes de inulina.

Según lo expuesto anteriormente en la Tabla 3, la incorporación de inulina en 0,5; 5 o 10% no afectan el color de los chips, ya que las coordenadas de color son similares en las distintas muestras realizadas.

CONCLUSIONES

Las muestras con 5 y 10% de inulina mostraron una reducción favorable del contenido de aceite (disminuyeron en un 14,7 y 13,2%, respectivamente). Dichos resultados podrían corroborar la premisa que, al incorporar la inulina en los chips se promueve la formación de estructura, atrapando los gránulos de almidón dentro de una matriz y formando una barrera efectiva a la absorción de aceite. El remplazo de un 0,5, 5 y 10% de almidón por inulina, no afectó la formulación de la masa y la laminación de ésta. No ocurrió de igual forma con la de 20%, la cual no fue posible laminar dada la condición pegajosa que desarrolló la masa tras el tiempo de reposo. Con el objetivo de desarrollar un estudio más cauto de la relación que podría existir entre incorporar fibras solubles y reducir la cantidad de aceite que absorben las matrices formuladas en base a almidón y gluten, es posible tener en consideración estudios a realizarse que incorporen otras gomas, tales como guar o xantana, que ya han sido utilizadas en la literatura.

PRINCIPIO CIENTÍFICO UTILIZADO

La investigación realizada tenía como objetivo comprender cómo se modifica el fenómeno de la transferencia de aceite hacia el interior de chips de almidón y gluten fritos, al incorporar distintos porcentajes de inulina. Por lo mismo, se buscó comprender si al incorporar inulina se modificaría la disponibilidad de almidón para absorber aceite. Los resultados obtenidos tras la investigación podrían corroborar la premisa que, al incorporar la inulina en los chips se promueve la formación de estructura, atrapando los gránulos de almidón dentro de una matriz y formando una barrera efectiva a la absorción de aceite, ya que al incorporar inulina entre un 0,5 y un 10% se redujo el contenido de aceite de los respectivos chips.

GLOSARIO

Almidón: Polisacárido compuesto por amilosa y amilopectina [10].

Extracción Sólido-Líquido: Operación unitaria que extrae solutos de una matriz sólida utilizando un solvente líquido.

Geometría Infinita: Geometría con área superficial significativamente mayor que su área lateral [11].

Gluten: Proteína presente en la prolamina del trigo, centeno, cebada y avena [9].

Lignina: Matriz formada por unidades de fenilpropano por condensación [1].

Polisacáridos No Almidónicos: Cientos de unidades de monosacáridos unidas entre sí [1].

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen el financiamiento del proyecto FONDECYT N°1100857.

REFERENCIAS

1. MATOS-CHAMORRO, A., CHAMBILLA, E. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *Revista de investigación en ciencia y tecnología de alimentos*, 1, pp. 4-17, 2010.
2. TUDORICÁ, C.M., KURI, V., BRENNAN, C.S. Nutritional and physicochemical characteristics of dietary fiber enriched pasta. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, pp. 347-355, 2001.
3. BRENNAN, C.S., SAMYUE, E. Evaluation of starch degradation and textural characteristics of dietary fiber enriched biscuits. *International Journal of food properties*, 7, pp. 647-657, 2004.
4. FUNAMI, T., FUNAMI, M., TAWADA, T., NAKAO, Y. Decreasing oil uptake of doughnuts during deep-fat frying using curdlan. *Journal of food science*, 64, pp. 883-888, 1999.
5. ALBERT, A., PÉREZ-MUNUERA, I., QUILES, A., FISZMAN, S.M., HERNANDO, I. Adhesion in fried batteres nuggets: performance of different hydrocolloids as preduct using three cooking procedures. *Food hydrocolloids*, 23, pp. 1443-1448, 2009.
6. AKDENIZ, N., SAHIN, S., SUMNU, G. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering*, 75, pp. 522-526, 2006.
7. BAJAJ, I., SINGHAL, R. Gellan gum for reducing oil uptake in sev, a legume based product during deep-fat frying. *Food chemistry*, 104, pp. 1472-1477, 2007.

7. GAZMURI, A.M., BOUCHON, P. Analysis of wheat gluten and starch matrices during deep-fat frying. *Food chemistry*, 115, pp. 999-1005, 2009.
8. MADRIGAL, L., SANGRONIS, E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 57, pp. 387-396, 2007.
9. CICLITIRA, P., ELLIS, H.J., LUNDIN, K. Gluten-free diet-what is toxic? *Best practice & research clinical gastroenterology*, 19, pp. 359-371, 2005.
10. LIU, H., XIE, F., YU, L., CHEN, L., LI, L. Thermal processing of starch-based polymers. *Progress in polymer science*, 34, pp. 1348-1368, 2009.
11. TURHAN, M., ERDOGDU, F. Error associated with assuming a finite regular geometry as an infinite one for modeling of transient heat and mass transfer processes. *Journal of food engineering*, 59, pp. 291-296, 2003.

EQUIPO DE INVESTIGADORES

- 1 Trinidad Schlotterbeck
- 2 Verónica Dueik
- 3 Profesora Loreto Valenzuela
- 4 Profesor Pedro Bouchon

