

UTILIZACIÓN DE LA CELULOSA MICROCRISTALINA EN LECHE FERMENTADAS

*Yailén Torres**, Julio Perea, Arellys Cortada, Tamara Santana y Margarita Núñez de Villavicencio
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao, km 3 1/2, La Habana,
C.P. 19 200, Cuba.
E-mail: yailen@iia.edu.cu

RESUMEN

Se evaluó la obtención de una leche fermentada probiótica de coágulo con adición de celulosa microcristalina (MCC) de producción nacional como fuente de fibra dietética insoluble. Se realizaron pruebas a escala de laboratorio para definir la formulación del producto con adición de MCC y se ensayaron tres niveles de fibra (2,5; 3,75 y 5,0 %) y de almidón fosfato como estabilizante (0,75; 1,0 y 1,25 %). Se obtuvo como nivel óptimo 2,5 % de MCC y 1,20 % de estabilizante en el producto de coágulo. Los índices de calidad global fueron adecuados. Los resultados de la prueba de aceptación poblacional mostraron criterios en la categoría entre me gusta y me gusta mucho.

Palabras clave: leche fermentada, celulosa microcristalina, almidón fosfato.

ABSTRACT

Use of microcrystalline cellular in fermented milk

The obtaining of a clot probiotic fermented milk with addition of microcrystalline cellulose (MCC) of national production as source of insoluble dietary fiber was evaluated. Runs to laboratory scale to define the formulation of the product with addition of MCC were done. Three levels of fiber (2.5; 3.75 and 5.0%) and phosphate starch like stabilizer (0.75; 1.0 and 1.25%) were studied. It was obtained as the optimum level 2.5% of MCC and 1.20% of stabilizer in the clot product. The global quality indexes were adequate. The results of the massive acceptance test showed approaches in the category among I like and I like a lot.

Key words: fermented milk, microcrystalline cellulose, starch phosphate.

INTRODUCCIÓN

El consumo de fibra dietética ha sido reconocido desde hace más de 50 años como un factor importante para la salud humana, pues existen evidencias de que su carencia en la dieta puede ser un factor causal de numerosas enfermedades crónicas como la constipación, diverticulitis, la diabetes, de tipo cardiovasculares y algunas variantes de cáncer, entre otras (1).

La incorporación a las leches fermentadas de bacterias de origen intestinal probióticas y de otros ingredientes funcionales, como es el caso de las fibras dietéticas, incrementan considerablemente su valor nutricional y propiedades terapéuticas. En la actualidad existe la tendencia de considerar las fibras como

**Yailén Torres López: Ingeniera Química, (ISPJAE, 2008). Actualmente labora en investigaciones de quesos y control de índices y planificación de la producción.*

un nutriente en la dieta y hay un consenso de incrementar su ingesta actual en los países desarrollados hasta alrededor de 20 g diarios por persona entre fibra soluble e insoluble (2). En la Unión de Investigación-Producción del bagazo (Cuba-9) se produce MCC, a partir de una pulpa de elevada pureza obtenida del bagazo de la caña de azúcar, que se utiliza actualmente con fines terapéuticos (3). Su uso puede extenderse, sin embargo, a la industria alimentaria para suplir las necesidades de regímenes dietéticos especiales y para ofrecerle a la población alimentos nutritivos y más funcionales (4), entre los que se pueden incluir también los productos lácteos y específicamente las leches fermentadas. Por tales razones, se propuso en este trabajo obtener un nuevo producto lácteo que responda en mayor medida a las necesidades nutricionales y funcionales de la población, evaluando el uso de la celulosa microcristalina de producción nacional como fuente de fibra dietética en la elaboración de una leche fermentada probiótica de coágulo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del producto se trabajó según la formulación y la tecnología de las leches fermentadas de coágulo. Se partió siempre de una formulación base que incluyó LEP y LDP reconstituida y estandarizada a 8,5 % de sólidos no grasos y 2,5 % de sólidos grasos, pasteurizada a 90 °C/3 min y refrescada a temperatura de 42 a 45 °C, con adición de cultivo Bioyogur a 2 %.

La adición de la fibra y el estabilizador en la leche fermentada de coágulo se realizó antes del tratamiento de pasteurización. La leche inoculada se envasó, se tapó inmediatamente y se colocó en la cámara de fermentación entre 42 y 45 °C hasta su coagulación, pasándose posteriormente a refrescamiento a temperatura ambiente de 15 a 20 min. Posteriormente se envasó y tapó inmediatamente en potes plásticos termosellables de 200 mL, conservándose el producto a temperaturas entre 4 y 6 °C.

Se realizaron pruebas de observación para predefinir los niveles de fibra, considerando el mayor aporte posible con relación a la necesidad mínima diaria de un individuo que es de 20 g. Se consideró además, la adición de almidón fosfato en la leche fermentada de coágulo, como agente estabilizante de la fibra, tomando

como base resultados obtenidos en trabajos anteriores (5) que demuestran la efectividad de este estabilizador con relación a otros comúnmente utilizados, en cuanto a estabilidad en medio ácido. Para definir la formulación completa del producto se realizó un diseño de experimentos 3² con tres niveles de fibra MCC (2,5; 3,75 y 5,0 % y tres niveles de estabilizador (0,75; 1,0 y 1,25 %). Se tomaron como variables respuestas la sedimentación de partículas de la fibra, la firmeza como propiedad reológica y la consistencia del coágulo en el producto a desarrollar, las cuales determinaron la selección según las siguientes restricciones (sedimentación de partículas y sinéresis, ninguna a muy ligera (máx. 2 puntos), consistencia del coágulo fuerte, pero no excesiva (8 a 9 puntos) y firmeza del coágulo (150 a 160 g). El producto final se sometió a una evaluación físico-química y microbiológica, determinándose contenido de grasa, sólidos totales y acidez (6), proteínas (7), pH (8), hidratos de carbono por diferencia entre sólidos totales y el resultado de la sumatoria de grasas, proteínas y cenizas, conteo de microorganismos coliformes fecales (9), conteo de microorganismos coliformes totales (10), hongos filamentosos y levaduras viables (11). Todos los ensayos analíticos se realizaron por duplicado.

Las muestras fueron evaluadas por un grupo de siete jueces experimentados en la cata de leches fermentadas, expresando su criterio sobre una escala continua común de 10 cm, utilizada para la apreciación sensorial de la sedimentación de partículas y consistencia del coágulo, sobre muestras servidas a la temperatura de 10 °C a las 24 h después de elaborados los productos, además de evaluar las características sensoriales del producto (12).

La firmeza del coágulo fue determinada por el departamento de reología, empleando el texturómetro universal Instron 1140, mediante la prueba de penetración de un disco de 4,6 cm de diámetro y con una velocidad de 10 cm/min. Todas las mediciones se hicieron a la temperatura de 10 °C a tiempo 0. A partir del gráfico de fuerza vs. distancia que se obtuvo, se calculó la fuerza máxima de ruptura del coágulo expresada en g como medida de firmeza del coágulo.

Los resultados fueron procesados estadísticamente para obtener los modelos matemáticos descriptivos correspondientes y seleccionar así las condiciones óptimas de trabajo.

Se realizó además una prueba de aceptación masiva, con la participación de 85 consumidores, mediante una escala hedónica de siete puntos (12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las pruebas de observación corroboraron el efecto estabilizante del almidón fosfato sobre esta fibra, permitiendo utilizar niveles de adición de la misma en dosificaciones de 5 %, con 1,25 % de almidón fosfato sin afectaciones organolépticas del producto. Tomando en consideración lo anterior se emplearon para la optimización en el diseño de experimentos 3^2 , el almidón fosfato y la MCC con dosificaciones en el entorno de los niveles ensayados exitosamente en la prueba de observación.

Los modelos codificados predictivos obtenidos del procesamiento estadístico de los resultados, donde A es el almidón fosfato y B la celulosa microcristalina, se explican a continuación:

Sedimentación de partículas

$$Y=0,8-1,75 A+0,45 B+1,23 A^2-0,40 A * B \quad R^2=0,99$$

En el caso de la sedimentación de partículas se pudo apreciar el buen ajuste alcanzado con el modelo. Se observó cómo sobre la sedimentación actúan la MCC y el almidón fosfato, teniendo una mayor influencia en la disminución de la misma, el aumento del nivel de almidón adicionado. Considerando que los mejores resultados alcanzados fueron con el nivel mínimo de MCC.

Consistencia del coágulo

$$Y=7,97+0,82 A-0,70 B-0,39 A^2+0,03 A * B \quad R^2=0,97$$

El análisis de dicho modelo mostró que el almidón fosfato y la MCC también actúan sobre la consistencia del coágulo, y que esta aumenta con el aumento del nivel de almidón fosfato para un mismo nivel de fibra. Esto evidencia una mejor consistencia para el mayor nivel de almidón y el menor nivel de MCC.

Firmeza del coágulo

$$Y=111,90+19,1A-12,50B-16,64A^2+23,36B^2-8,75A*B$$

$$R^2= 0,93$$

El análisis de dicho modelo muestra que sobre estas actúan tanto el nivel de almidón fosfato como el de nivel de MCC. Un aumento del nivel de almidón favorece dicha propiedad. La fibra, sin embargo, ejerce un efecto inverso, alcanzándose los mejores resultados para el mínimo nivel de fibra y máximo de estabilizador. Se observó que cuando se produjo un aumento significativo de la MCC (5 %) la firmeza del coágulo presentó un ligero incremento dado por el efecto que provocó un aumento considerable del nivel de la misma, no obstante sin lograr el efecto deseado.

El punto central fue establecido por el propio programa estadístico en 1,24 % de almidón y 2,6 % de MCC. La Fig. 1 muestra que existen numerosas posibilidades de solución en el entorno. Finalmente se decidió utilizar 1,20 % de almidón para obtener una disminución del costo de producción y 2,5 % de MCC, tomando en cuenta que es un valor mejor medible, que ha estado incluido entre las posibles soluciones y ya había sido utilizado a lo largo de todo el trabajo dando buenos resultados. En pruebas posteriores de confirmación con los contenidos seleccionados se ratificaron los resultados obtenidos. Los resultados de la prueba de aceptación poblacional mostraron que la puntuación media alcanzada para la leche fermentada de coágulo fue de 2,9 puntos (entre me gusta y me gusta mucho) y la moda fue de 3 puntos (me gusta). Las Tablas 1 y 2 presentan respectivamente las características generales físico-químicas y microbiológicas, y las de caracterización sensorial de la leche fermentada con adición de fibra obtenida. Las características físico-químicas cumplieron con las especificaciones de calidad establecidas para estos productos libres de fibra en cuanto a contenido proteico y grasa (12). Los contenidos de sólidos totales e hidratos de carbono fueron ligeramente más elevados a los de una leche fermentada sin adición de fibra, lo que se justificó por el uso adicional del almidón fosfato para la estabilización de la MCC. La acidez y el pH fueron típicos a los de la leche fermentada. Los resultados sensoriales de la leche fermentada obtenida cumplieron con los requisitos sensoriales establecidos para este tipo de producto.

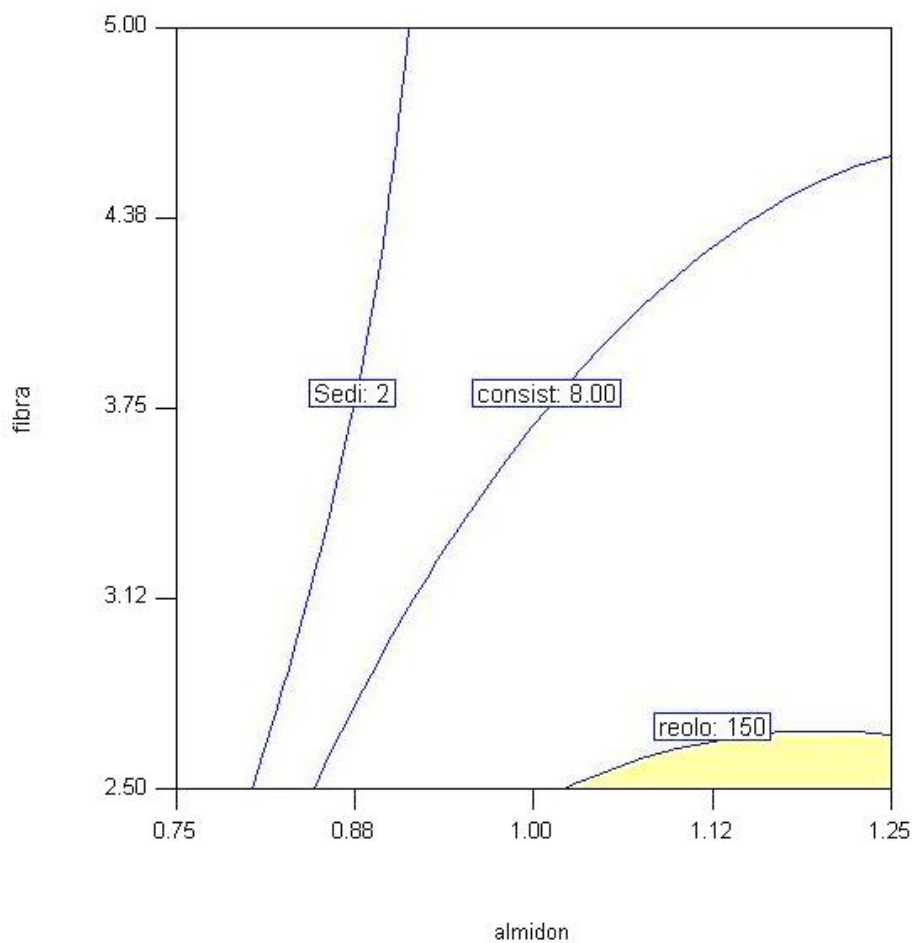


Fig. 1. Zona óptima de trabajo para el empleo de MCC y estabilizador.

Tabla 1. Resultados físico-químicos y microbiológicos del producto

Características físico-químicas	Media	S
Sólidos totales (%)	12,08	0,12
Grasa (%)	2,65	0,15
Proteínas (%)	3,22	0,21
Contenido de fibra (%)	2,53	0,15
Cenizas (%)	0,75	0,03
Carbohidratos (%)	5,47	0,13
Acidez (% ácido láctico)	0,92	0,05
Energía (kcal/100g)	58,57	0,90
Conteo de coliformes totales (UFC/g)	Negativo	
Conteo de coliformes fecales (UFC/g)	Negativo	
Conteo de hongos y levaduras viables UFC/g)	Negativo	

Tabla 2. Caracterización sensorial

Características organolépticas	
Aspecto	Ligera separación de líquido, homogéneo, sin grumos
Color	Blanco
Olor	Fresco, puro, aromático
Sabor	A leche fermentada, con acidez equilibrada
Textura	Coágulo firme, textura lisa, uniforme y ningún o muy ligero desuere

CONCLUSIONES

Se obtuvo la formulación de la leche fermentada probiótica de coágulo, adicionando celulosa microcristalina de producción nacional a 2,5 % y utilizando un nivel óptimo de 1,20 % de almidón fosfato como agente estabilizante. Se establecieron los índices de calidad físico-químicos y microbiológicos que fueron adecuados. Los resultados de la prueba de aceptación masiva mostraron criterios de aceptación poblacional entre me gusta y me gusta mucho.

REFERENCIAS

1. García, L.; Bordillo, E.; Cordero, D. y Dopico, D. Celulosa microcristalina. Usos. UIP DE LA CELULOSA DEL BAGAZO CUBA-9. 2004.
2. Saura-Calixto, F.; García-Alonso, A.; Goñi, I. y Bravo, L. Alimentos funcionales: estado del arte. Alimentaria, Barcelona, marzo, 2004.
3. Paniagua, M. y Piñol, F. Nueva terapéutica de la gastritis alcalina. La Habana: Ed. Academia, 1999, pp. 5-20.
4. Brito, A. Leche fermentada para diabéticos adicionada con fuentes de fibra dietética (tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana) 2007.
5. NC 78-03: 1983. *Leche y sus derivados. Yogur. Métodos de Ensayos. Determinación del contenido de grasa, sólidos totales y por ciento de acidez.* Cuba.
6. NC 78-11-12: 1983. *Leche y productos lácteos. Determinación del contenido de proteínas.* Cuba.
7. NC 78-11-03: 1983. *Leche. Método de ensayo. Determinación del índice de pH.* Cuba.
8. NC ISO 4832: 1991. *Guía General para la enumeración de los coliformes. Técnicas para el conteo de colonias.* Cuba.
9. NC ISO 4833: 2010. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Método Horizontal para la enumeración de Coliformes. Técnica de Conteo de colonias.* Cuba.
10. NC ISO 7954: 2002. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa vertida a 25 °C.* Cuba.
11. NC TS 457:2006. *Leches fermentadas. Especificaciones.* Cuba.
12. Evaluación Sensorial Procedimiento Analítico General para productos de la Industria Láctea cubana. Instrucción S.C.C 2.13.01.01-1. Cuba.