DESARROLLO DE UN ANÁLOGO VEGETAL DE QUESO MEJORADO NUTRICIONALMENTE

Mehaudy, Jimena

Instituto de tecnología de los alimentos ITA-UNL
Directora: Garzón, Antonela
Codirectora: Drago, Silvina

Área: Ingeniería

Palabras claves: Quesos veganos, Propiedades tecno-funcionales, Proteínas.

INTRODUCCIÓN

Los estilos de vida vegetarianos y veganos se están volviendo cada vez más populares, debido a un incremento en la alergia a las proteínas lácteas, a la intolerancia a la lactosa, cambios en los estilos de vida de los consumidores y un interés creciente en las dietas alternativas, lo que ha promovido la investigación e inversión en la obtención de alimentos basados en vegetales en la industria de alimentos. En este sentido, la demanda de alternativas veganas de quesos está ganando gradualmente importancia en el mercado. Sin embargo, este tipo de producto posee generalmente menor contenido proteico y mayor contenido de carbohidratos comparado con los quesos de origen lácteo. Adicionalmente, uno de los principales desafíos en la formulación de quesos veganos como alterativa a los de origen lácteo, es obtener un producto final con buenas propiedades sensoriales, de textura, apariencia, y fundamentalmente, con propiedades nutricionales que suplan el consumo de lácteos.

OBJETIVOS

Optimizar mediante un diseño experimental la formulación de análogos de quesos estilo cheddar, para lograr un análogo de queso de calidad nutricional y propiedades sensoriales y tecno-funcionales similares a los quesos de origen lácteo.

METODOLOGÍA

La materia prima utilizada fue harina rica en proteína de maíz (gluten de maíz), harina de soja alta en proteínas, almidón de maíz y fécula de mandioca, todos de origen comercial. Se determinó el contenido de proteínas utilizando el método de Kjeldahl (AOAC, 2002) usando un factor de 6,25 (g proteína/ g N), y se determinó el contenido de humedad por secado en estufa a 105ºC hasta pesada constante. El contenido de almidón fue obtenido a partir de la

Título del proyecto: Aprovechamiento del residuo de levaduras cerveceras para la obtención de un extracto natural con propiedades bioactivas y con potencial saborizante en quesos veganos
Instrumento: PICT 2021 0742
Año convocatoria: 2021
Organismo financiador: Agencia Nacional de promoción Científica y Tecnológica
Directora: Garzón, Antonela

información de la composición química del proveedor. Para la evaluación de fórmulas de análogos de queso, se realizó un diseño de experimento superficie respuesta, central compuesto de dos factores de tres variables cada uno, con triplicado del punto central, dando un total de 11 ensayos. Los factores evaluados fueron F1: reemplazo del aporte de sólidos de las harinas proteicas (zeina + soja) por el contenido de almidón (10, 30 o 50%); y F2: reemplazo de almidón de mandioca por almidón de maíz (0, 25 o 50%). El orden de las combinaciones del diseño fue aleatorio. Debido a motivos de confidencialidad, el método de elaboración y la fórmula completa no se mencionan. Los 11 análogos quesos desarrollados fueron evaluados en cuanto a digestibilidad proteica y propiedades tecno-funcionales, determinando la sinéresis (cantidad de agua que no es retenida por el producto), la capacidad de fusión (medida a 180ºC durante 3 min, y establecida como la diferencia de diámetro después y antes de la cocción (cm), utilizando para esto un calibre Vernier), el análisis de perfil de textura (TPA) utilizando un equipo TA-TXT plus. Además se realizó un análisis sensorial mediante un panel entrenado compuesto por tres jueces, que evaluaron la apariencia general (color, textura, presencia de agujeros, brillo, friabilibilidad, comportamiento al corte), la sensación en boca (masticabilidad, pastosidad y arenosidad) y la dureza mecánica (compresión con el pulgar), teniendo como referencia el queso cheddar lácteo. El puntaje asignado se obtuvo por consenso, con un puntaje de 1 a 5, donde 5 correspondió al queso cheddar lácteo en todos los casos. Para realizar la optimización de las múltiples respuestas, el factor F1 se maximizó con una importancia de 4 (maximizando el nivel de proteínas), mientras que F2 se mantuvo en rango. Además, las respuestas utilizadas en la optimización fueron: dureza del TPA (objetivo: dureza de queso cheddar de 1200 g fuerza, importancia 3), cohesión (maximizar, importancia 3), sensación en boca (maximizar, importancia 4), apariencia general (maximizar, importancia 2), y capacidad de fusión (maximizar, importancia 3). La selección del modelo (lineal, lineal con interacciones, o cuadrático) para cada respuesta se realizó sobre la base de la suma de cuadrados del modelo secuencial. Se seleccionó el modelo de mayor grado en el que las pruebas F mostraron efectos significativos ($p < 0,05$). La idoneidad del modelo seleccionado se verificó en base a las pruebas de falta de ajuste y los coeficientes de correlación múltiple (R^2). Cuando el valor de R^2 fue superior al 70% y el valor de F calculado fue mayor que el valor de la tabla F (a un nivel del 5%), la idoneidad de los modelos utilizados para describir el efecto de las variables independientes en las respuestas se consideró buena. Además, se comprobaron los supuestos del modelo, y se verificó la presencia o no de valores atípicos (*outliers*). Por último, para validar el modelo, se obtuvo el análogo de queso bajo las condiciones experimentales dadas por el procedimiento de optimización. Los datos experimentales se compararon con los valores de estas respuestas predichos por el modelo mediante un análisis de prueba t de comparación de una media con un valor específico. Todas las determinaciones se evaluaron al menos por duplicado. Se utilizó el software estadístico Design Expert 7.02 (Stat-Ease Inc, Minneapolis, EE. UU.) para construir el diseño de experimentos, analizar los datos y para el procedimiento de optimización numérica mediante la función de deseabilidad de Derringer.

RESULTADOS/CONCLUSIONES

Caracterización de la materia prima

Se muestra en la **Tabla 1** los resultados de humedad, contenido de proteínas y almidón de la materia prima utilizada.

Tabla 1. Caracterización de la materia prima

	Humedad (g/100g)	Almidón (g/100g)	Proteínas (g/100g)
Almidón de maíz	13,32 ± 0,15	85,58 ± 0,97	0,48 ± 0,04
Fécula de mandioca	11,25 ± 0,11	88,15 ± 1,00	0,10 ± 0,00
Proteína de soja	10,05 ± 0,33	ND	51,13 ± 0,34
Proteína de maíz	9,56 ± 0,22	ND	76,49 ± 1,49

ND: no detectado

Análisis de análogos de quesos (diseño de experimentos)

Al analizar el ajuste de cada una de las respuestas, todas las respuestas obtenidas del TPA ajustaron de manera lineal, presentando una correlación negativa con el contenido de proteína (Ej., mayor contenido de proteína en la fórmula, menor dureza). Además, en el caso de las respuestas dureza y masticabilidad, se observó una influencia positiva fuerte a mayor contenido de almidón de maíz. Por otro lado, los atributos sensoriales de sensación en boca y apariencia general ajustaron de manera cuadrática, siendo en el primer caso significativo $F1^2$, obteniendo los puntajes más altos en concentraciones intermedias de proteína, mientras que en el segundo caso, ambos factores al cuadrado fueron significativos, observando que valores bajos de proteína y de almidón de maíz presentaron valores más altos de masticabilidad. Por su parte, la dureza mecánica ajustó de manera lineal y sólo tuvo significancia el contenido de proteína (relación negativa). En cuanto a la capacidad de fusión, para poder realizar el ajuste correctamente la respuesta fue transformada logarítmicamente, y ajustó con un modelo lineal con interacciones. Se observó que, a mayor contenido de proteínas (F1) y mayor contenido de almidón de maíz (F2) disminuyó la capacidad de fusión. Adicionalmente, no se observó ajuste de modelo para la respuesta de digestibilidad proteica, lo que indicaría que todas las formulas presentaron la misma digestibilidad independientemente del contenido de proteína y de almidón de maíz agregados al producto. Por último es importante destacar que ningún producto presentó sinéresis.

Todos los análogos de queso evaluados presentaron una baja capacidad de fusión (-0,34 – 0,27 cm) puede deberse al alto contenido proteico del producto elaborado (entre 4 – 8%). En este sentido, los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Kamath y col. (2022), quienes mencionan en un artículo de revisión que mayor contenido de almidón de mandioca y bajo contenido proteico permitieron obtener quesos con mayor capacidad de fusión. Por otro lado, si bien el gluten de maíz es un ingrediente con alta capacidad de fusión luego del calentamiento cuando se usa en altas cantidades (30%) (Mattice y Marangoni, 2020), porcentajes mayores a 3% en la formulación generaron un producto con muy baja aceptabilidad sensorial. Además, en ningún artículo publicado hasta la fecha donde utilicen gluten de maíz como ingrediente para la elaboración de quesos *plant-based* se realizaron evaluaciones sensoriales.

La solución obtenida para la optimización de las múltiples respuestas presentó un valor de deseabilidad global de 0,621. Dado que el valor obtenido fue superior a 0,6, el producto puede considerarse como altamente aceptable (Derringer y Suich, 1980). Posteriormente, las condiciones óptimas sugeridas fueron corroboradas al comparar los valores e intervalos de confianza (IC 95%) obtenidos experimentalmente con los predichos a través del modelo

ajustado por la función de deseabilidad (**Tabla 2**). Los resultados permitieron corroborar la buena capacidad de predicción del modelo obtenido. Al respecto, no hubo diferencias significativas entre los valores experimentales obtenidos bajo las condiciones óptimas y los predichos (p>0,05).

Tabla 2. Optimización y validación del modelo. Comparación con quesos cheddar comerciales lácteos y veganos.

	Predicción	**Experimental**	**Cheddar lácteo**	**Cheddar vegano**
Dureza (g)	8594,4 ± 2396,3	8184,7 ± 1310,2	12134,7 ± 178,6	24352,3 ± 1648,3
Adhesividad (g*seg)	-63,4 ± 25,3	-48,5 ± 15,8	-150,5 ± 40,5	-70,7 ± 12,3
Resiliencia (%)	45,7 ± 3,6	50,6 ± 3,4	36,5 ± 2,0	57,5 ± 0,9
Cohesión	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0
Elasticidad (%)	85,2 ± 2,6	88,8 ± 1,6	92,2 ± 0,1	93,0 ± 0,7
Masticabilidad (g)	5344,1 ± 1336,5	5154,6 ± 1115,9	9075,9 ± 24,9	18301,8 ± 827,5
Sensación en boca	3,5 ± 0,5	4,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0
Apariencia general	3,9 ± 0,2	4,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0
Dureza mecánica	3,8 ± 0,8	3,5 ± 0,0	4,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0
Fusión (cm)	-0,1 ± 0,0	-0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0

Por último, se compararon los resultados obtenidos para el queso plant-based desarrollado en este trabajo con los obtenidos al evaluar un queso cheddar lácteo (QC) y un queso estilo cheddar plant-based comercial (QPB) (**Tabla 2**). Se puede observar que si bien la capacidad de fusión de QPB es mejor que en el queso experimental, los valores de dureza, resiliencia, masticabilidad y sensación en boca fueron más cercados al QC para el queso experimental que para QPB. Además, es importante destacar que el contenido de proteína en el queso experimental óptimo fue de 5,3%, mientras que en el QPB el contenido proteico es de 1,6%, con lo que se mejoraría ampliamente la calidad nutricional del producto vegano.

Conclusiones

Fue posible desarrollar un queso *plant-based* análogo al cheddar con un mayor contenido proteico que los quesos comerciales a base de vegetales que están actualmente en el mercado, y con valores de textura y sensación en boca cercanos a un queso cheddar lácteo.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Association of Oficial Analytical Chemist (AOAC). 2000. Oficial Methods of Analysis, 17th ed. Gaithersburg, MD: AOAC.
Derringer, G., y Suich, S. 1980. Simultaneous optimization of several response variables. Journal of Quality Technology, 12, 214–219.
Kamath, R., Basak, S., y Gokhale, J. 2022. Recent trends in the development of healthy and functional cheese analogues-a review. LWT- Food Science and Technology, 155, 112991.
Mattice, K.D. y Marangoni, A.G. 2020. Physical properties of plant-based cheese products produced with zein. Food Hydrocolloids, 105, 105746.