

Propiedades reológicas de geles tipo yogur a base de leche de garbanzo

Rheological properties of yogurt-type gels based on chickpea milk

Jorge Gustavo Dzul Cauich^{1*}, Carlos Hernán Herrera Méndez¹, María Isabel García Vieyra¹, Gabriela Arroyo Figueroa¹ y Lorena Vargas Rodríguez¹

¹Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Sede Salvatierra – Privada de Arteaga S/N, Zona Centro, Salvatierra, Guanajuato

*Jorge.dzul@ugto.mx

Resumen

El garbanzo es una especie de leguminosa con importantes cualidades culinarias y nutritivas; por lo que resultó interesante desarrollar un nuevo producto tipo yogur derivado de la leche. Los objetivos de este trabajo fueron desarrollar un nuevo producto tipo yogur y evaluar sus propiedades reológicas. Se procedió a extraer la leche de garbanzo y se elaboraron dos variaciones de yogur, uno conteniendo pectina y otro sin pectina, los cuales se llevaron a fermentación con cultivos lácticos, al producto obtenido se le evaluó sus características reológicas utilizando un Reómetro para obtener los módulos G' (módulo de almacenamiento) y G'' (módulo de pérdida), así mismo con el equipo se evaluó su viscosidad a diferentes tasas de corte con la finalidad de evaluar su comportamiento de flujo. Los resultados reológicos mostraron que los geles tipo yogur de garbanzo (GTYG) tuvieron un comportamiento típico viscoelástico. Los espectros mecánicos de G' y G'' de los GTYG fue típico de geles débiles los cuales presentaron un comportamiento de adelgazamiento a la deformación aplicada, es decir, se caracterizaron por presentar una región viscoelástica lineal, donde G' y G'' exhibieron valores constantes a bajas deformaciones seguida por una región viscoelástica no lineal caracterizado por una inflexión hacia debajo de los módulos a porcentajes altos de deformación. Cabe mencionar que el GTYG conteniendo pectina presentó valores de G' y G'' menores a los de GTYG sin pectina. Las propiedades de flujo se describieron en un 99% al modelo de Carreau presentando parámetros de comportamiento newtoniano menores a uno.

Palabras clave: yogur. Gel. Reología. Viscoelástico. viscosidad.

Abstract

Chickpea is a legume species with important culinary and nutritional qualities; therefore, it was interesting to develop a new yogurt-type product derived from milk. The objectives of this work were to develop a new yogurt-type product and evaluate its rheological properties. Chickpea milk was extracted, and two yogurt variations were made, one containing pectin and one without pectin, which were fermented with lactic cultures. The rheological characteristics of the product obtained were evaluated using a Rheometer to obtain the G' (storage modulus) and G'' (loss modulus) modules. Likewise, its viscosity was evaluated with the equipment at different shear rates to evaluate its flow behavior. The rheological results showed that chickpea yogurt-type gels (GTYG) had a typical viscoelastic behavior. The mechanical spectra of G' and G'' of the GTYG were typical of weak gels which presented a thinning behavior with the applied deformation, that is, they were characterized by presenting a linear viscoelastic region, where G' and G'' exhibited constant values at low deformations followed by a non-linear viscoelastic region characterized by a downward inflection of the moduli at high percentages of deformation. It is worth mentioning that the GTYG containing pectin presented G' and G'' values lower than those of GTYG without pectin. The flow properties were described in 99% by the Carreau model presenting Newtonian behavior parameters less than one.

Keywords: yogurt. Gel. Rheology. Viscoelastic. viscosity.

Introducción

En la actualidad las personas han comenzado a consumir más leches vegetales (bebida vegetal), los cuales son extractos solubles en agua producidos a partir de legumbres, semillas de oleaginosas, cereales, verduras y frutos secos (Reyes-Jurado et al., 2023). Los productos incluyen leche de almendras, coco, avellanas, soja, quinoa, nueces y avena (Astolfi et al., 2020). La demanda de estos productos ha aumentado principalmente por razones de salud, como restricciones dietéticas, alergias e intolerancia a la lactosa, pero también debido a objeciones éticas al tratamiento de los animales (Silva et al., 2020). Las leches de origen vegetal tienen numerosas ventajas para la salud; por ejemplo, no tienen colesterol y pocas calorías (Park, 2020), lo que es importante para reducir el riesgo de obesidad. Fortalecen el sistema inmunológico, pueden tener efectos antimicrobianos, ayudan a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y gastrointestinales con funciones fisiológicas mejoradas, disminuyen el riesgo de baja masa ósea y tienen altos niveles de antioxidantes (Paul et al., 2020). Recientemente, estos extractos de leche líquida se han utilizado para elaborar yogur, queso, helado, crema batida y alternativas a la mantequilla (McClements y Grossmann, 2022). En los últimos años se han desarrollado yogures a partir de leches vegetales (bebidas vegetales) como la soya (Bourouis et al., 2024), la almendra (Devnani et al., 2022), cacahuete (Bansal et al., 2016; Bulca y Buyukgumus, 2024), legumbres (Hanley et al., 2024), anacardos, cacahuete, avena, quinoa y coco (Soumya et al., 2024). El interés por yogures de origen vegetal ha crecido en los últimos años debido al interés mundial por los productos de origen vegetal. Sin embargo, la novedad de los análogos del yogur ha revelado importantes lagunas en relación con su pobre textura y contenido nutricional, y la limitada diversidad de opciones de proteínas vegetales (Boukid et al., 2021; Grasso et al., 2020). Los yogures de origen vegetal son de interés para una amplia gama de consumidores, como las personas con alergias o intolerancias a los lácteos (Montemurro et al., 2021). Los yogures veganos normalmente requieren la adición de aditivos a base de carbohidratos para obtener una estructura de gel estable (Boukid et al., 2021; Gupta et al., 2022). La estructura de gel débil de los análogos de yogur de origen vegetal generalmente se produce a través de la fermentación bacteriana, utilizando procesos similares a los de los yogures lácteos (Montemurro et al., 2021). Las legumbres, incluidos los garbanzos, no solo poseen composiciones nutricionales diversas, sino que también se clasifican de manera efectiva de acuerdo con su funcionalidad (Goldstein y Reifen, 2022). Los garbanzos, abundantes en proteínas, cuentan con un contenido que varía de 19 a 29 g/100 g, junto con vitaminas y minerales de mayor valor biológico en comparación con otras proteínas de legumbres, que varían de 75 a 85 g/100 g (Sofi et al., 2020). Por estas características que presenta el garbanzo, es una alternativa para la obtención de un gel tipo yogurt. Por lo tanto, en el presente trabajo se elaboraron geles tipo yogurt de garbanzo con el objetivo de estudiar algunas características reológicas y sensoriales de los geles obtenidos.

Metodología

Materiales

Garbanzo (*Cicer arietinum*) obtenidos de una tienda comercial de Salvatierra Guanajuato, Pectina cítrica comercial (PC; clave del producto P9135) fue comprada de Sigma-Aldrich México (Toluca, Estado de México, México). Mezcla de cultivos lácticos, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* (SACCO Lyofast Y 470 E).



Extracción de leche de garbanzo

La leche de garbanzo fue extraída siguiendo el método propuesto por Meza et al. (2016) con ligeras modificaciones. 200 g de garbanzo fueron seleccionados y lavados para posteriormente llevarlo a un tostado durante 30 min. a 90 °C, se dejó reposar durante 24 horas en agua, pasado las 24 horas se procedió a retirar la cáscara y seguidamente se llevó a un secado durante 10 minutos a 90 °C, el garbanzo seco obtenido se remojó en agua a 95 °C por 5 min. Se drenó el agua caliente y el grano se pasó a una licuadora para hacer la molienda agregándole 2 litro de agua, La mezcla obtenida se filtró para hacer la separación de la leche y el quesillo (carne del garbanzo), el filtrado se pasteurizó a 82 °C por 12 min.

Elaboración de yogur

Se prepararon lotes de un litro de cada variación de geles tipo yogur de garbanzo (GTYG) siguiendo la metodología propuesta por Lobato-Calleros et al. (2014) para la elaboración de yogur a base de leche de vaca con algunas modificaciones. Se elaboró un tratamiento sin la adición de pectina (GTYG) y otro tratamiento con 10 g L⁻¹ de pectina cítrica (GTYG_P). Antes de pasteurizar la leche de garbanzo se adicionó 60 g L⁻¹ de azúcar y posteriormente se pasteurizó a 82 ± 1 °C por 12 min. y se enfrió a 45 ± 1 °C. en este punto los lotes fueron inoculados con 0.03 g L⁻¹ de cultivos lácticos (SACCO Lyofast Y 470 E) e incubado a 45 ± 1 °C durante 8 horas. Todos los tratamientos fueron hechos por triplicado.

Mediciones reológicas

Las propiedades reológicas se midieron siguiendo el método propuesto por Lou et al. (2019). Estas mediciones fueron determinadas a los 3 días de elaboración de los geles tipo yogur, sometidas a un reómetro Physica MCR 301 (Anton Paar, Messtechnik, Stuttgart, Alemania), usando una geometría de placa cónica (50 mm de diámetro, ángulo de cono de 1°, separación de 1 mm). Las muestras de los tratamientos (3 mL) se colocaron cuidadosamente en el plato, dejándose reposar por 3 min para que la estructura se recuperara; posteriormente se sometieron a barridos de deformación (0.01-1000% de deformación, 1 Hz) mediante el software RheoPlus/32 V2.62, se obtuvieron los valores del módulo de almacenamiento (G'), módulo de pérdida (G'') y factor de cedencia (tan δ) de los diferentes tratamientos, manteniendo una temperatura de 4 ± 0.1 °C (control de temperatura Physica TEK 150P (Physica Messtechnik, Stuttgart, Alemania). Las curvas de flujo de las variaciones de yogur se obtuvieron a 4 °C variando la velocidad de cizallamiento de 0.001 a 1000 s⁻¹. El análisis se realizó por triplicado en cada una de las variaciones de yogurt.

Evaluación sensorial

Las variaciones de yogur fueron evaluadas por un panel de 42 estudiantes, empleados administrativos y personal académico de la Universidad de Guanajuato en Sede Salvatierra; que son consumidores frecuentes de bebidas lácteas fermentadas. Veinte mililitros de cada una de las variaciones experimentales de yogurt de tres días de su elaboración fueron colocados en vasos de plástico (4 ± 0,5 °C), codificados con números aleatorios de tres dígitos y presentados al azar a los panelistas, a quienes se les pidió que anotaran su preferencia para viscosidad, cremosidad, sabor y aceptabilidad global, mediante un análisis sensorial. Los resultados obtenidos fueron expresados mediante encuestas, donde se evaluó con una escala numérica hedónica de 1 a 9, siendo 1 me disgusta extremadamente, 2 me disgusta mucho, 3 me disgusta

moderadamente, 4 me disgusta poco, 5 ni me gusta ni me disgusta, 6 me gusta poco, 7 me gusta moderadamente, 8 me gusta mucho y 9 me gusta extremadamente (Meilgaard *et al.*, 1999).

Análisis estadístico

Las mediciones experimentales fueron llevadas a cabo por triplicado y los datos obtenidos se expresaron como la media. El análisis de varianza (ANDEVA) se realizó usando la prueba de Tukey con una 95% de confiabilidad. Los datos se analizaron usando el paquete estadístico Statgraphics (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc., Cambridge, MA, USA).

Resultados y discusión

En la tabla 1 se presentan algunas propiedades de los geles tipo yogurt de garbanzo. Para ambos tratamientos, el pH estuvo por debajo de 5.0. los valores cercanos a 4.0 en ambos tratamientos puede deberse como menciona Huang et al., (2022) a la presencia de las proteínas en la leche de garbanzo, por otro lado, la reproducción de las bacterias ácido lácticas provocó la producción de ácido orgánicos. Con respecto a la sinéresis, se puede notar que hubo una gran diferencia entre ambos tratamientos, esta diferencia se debe a que la presencia de la pectina en el segundo tratamiento influyó en la retención del agua lo que ocasionó que GTYG_p presentara menor liberación de agua (sinéresis), esto debido a que la pectina tiene la capacidad de formar geles formando una red tridimensional atrapando agua. En lo que respecta al contenido de sólidos totales, el aumento en el segundo tratamiento se debe a la adición de la pectina.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de las bebidas tipo yogurt de garbanzo.

Tratamientos	ST (g/100g)	pH	Sinéresis (g/100g)
GTYG	12.89±0.03	4.01±0.02	48.5±0.70
GTYG _p	14.95±0.47	4.49±0.01	10.5±0.70

Comportamiento reológico de los geles tipo yogurt.

La dependencia de la deformación de los geles tipo yogurt de garbanzo (GTYG) se muestran en la figura 1. Los geles tipo yogurt de garbanzo (GTYG) tuvieron un comportamiento típico viscoelástico. Los espectros mecánicos de G' y G'' de los GTYG fue típico de geles débiles los cuales presentaron un comportamiento de adelgazamiento a la deformación aplicada, es decir, se caracterizaron por presentar una región viscoelástica lineal donde G' y G'' exhibieron valores constantes a bajas deformaciones, así mismo, se presentó una región viscoelástica no lineal que se caracterizó por una inflexión descendente de los módulos a altos porcentajes de deformación. El valor de G' indica que la región viscoelástica lineal se presentó a una deformación máxima de 0.3% para ambos yogures. En la región viscoelástica lineal, los valores de G' fueron mayores que los de G'' indicando de esta forma que el comportamiento elástico fue el que predominó (Lou et al., 2019).

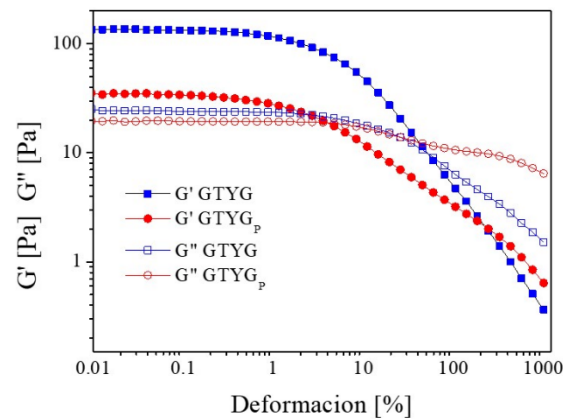


Figura 1. Propiedades reológicas de los geles tipo yogurt de garbanzo (GTYG) en función de la deformación aplicada

En la figura 2 se muestra el comportamiento de $\tan \delta$, el cual indica si predominan las propiedades viscosas o elásticas en los GTYG, si el valor de $\tan \delta$ es menor a la unidad, se confirma que las propiedades elásticas predominan sobre las viscosas y si el valor de $\tan \delta$ es mayor que la unidad, entonces las propiedades viscosas predominan sobre las elásticas (Lobato-Calleros et al., 2014). En la figura 2 se puede observar que GTYG_P presentó valores arriba de la unidad a una deformación de 6 % lo que indica que el comportamiento que predominó después de ese valor de deformación fue el carácter viscoso, por su parte GTYG presentó valores de $\tan \delta$ arriba de la unidad a una deformación por arriba de 60 %, indicando de esta manera que GTYG presentó una mejor estructura del gel formado permitiendo de esta manera su estabilidad a altas deformaciones aplicadas.

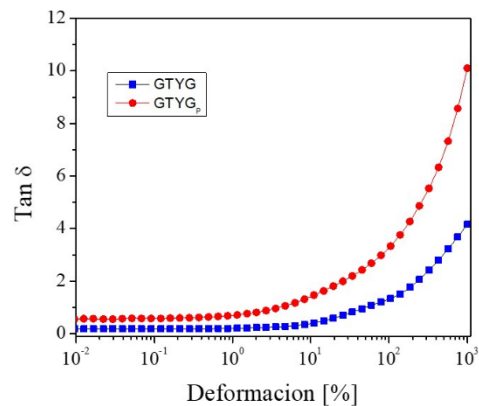


Figura 2. Cambio en $\tan \delta$ en función de la deformación aplicada de los geles tipo yogurt de garbanzo (GTYG)

El comportamiento de flujo de los geles tipo yogurt de garbanzo es importante ya que influye en su procesamiento, utilización y propiedades sensoriales (Bourouis et al., 2024), por su parte Devnani et al. (2022), mencionan que las propiedades de viscosidad del yogurt a 4 °C proporcionan información importante sobre la estabilidad del producto a las tensiones de corte generadas durante el transporte y manipulación, así como durante el consumo. La viscosidad aparente de los geles tipo yogurt de garbanzo se presenta en la figura 3. Se puede observar que ambos geles presentaron un comportamiento reoadelgazante a todas las velocidades de corte estudiadas. Este efecto se debe al desenredo de la red de proteínas a medida que aumenta la velocidad de corte, lo cual permite que se reduzca la fricción en los yogures reduciendo su viscosidad (Huang et al., 2021); sin embargo, se puede notar que GTYG presentó un valor más alto de viscosidad inicial en comparación con GTYG_P, lo que indica que GTYG presentó una mejor microestructura del gel.

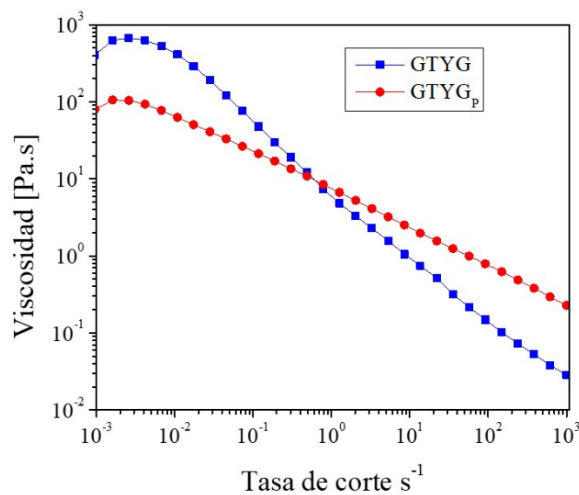


Figura 3. Comportamiento de la viscosidad aparente en función de la tasa de corte de los geles tipo yogurt de garbanzo (GTYG)

La tabla 2 presenta los parámetros del modelo de Carreau el cual describe el comportamiento de flujo de los geles tipo yogurt como una función de la tasa de corte. El tiempo de relajación viscosa (λ) está relacionado con el punto de transición de engrosamiento por cizallamiento y adelgazamiento por cizallamiento, cuyo recíproco representa la velocidad de corte en la que ocurre la transición entre el comportamiento newtoniano y el adelgazamiento por cizallamiento (Anidiobu, 2014). En la tabla 2 se puede observar que GTYG presentó el valor más bajo de λ en comparación con GTYG_P. En relación con el índice de consistencia (N), si su valor es alto, el fluido es más viscoso, por lo tanto, se puede decir que GTYG presentó una mejor consistencia y en consecuencia fue más viscosa.

Tabla 2. Parámetros de comportamiento reológico obtenidos mediante el modelo de Carreau.

Tratamientos	λ (s)	N (adimensional)	η_0 (Pa.s)
GTYG	182.13±8.95	0.4438±0.02	471.23±02.16
GTYG _P	189.11±13.98	0.2478±0.00	98.25±6.86

Propiedades sensoriales de los GTYG

Las propiedades sensoriales son uno de los factores que permiten la aceptabilidad o rechazo de muchos productos. La tabla 3 muestra el comportamiento de los factores sensoriales que fueron evaluados. Se puede observar que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre GTYG y GTYG_P en lo que se refiere a olor, sabor y aceptabilidad global, con valores de $P=0.92$, $P=0.527$ y $P=0.28$ respectivamente, pero en cuanto a la cremosidad y viscosidad estas presentaron diferencias estadísticamente significativas con valores de $P=0.013$ y $P=0.0086$, siendo GTYG_P el que numéricamente presentó mayor valor en las propiedades de cremosidad, viscosidad y aceptabilidad global 6.90, 6.93 y 7.03 respectivamente.

Tabla 3. Valores de la evaluación sensorial de los GTYG

Tratamiento	Olor	Sabor	Cremosidad	Viscosidad	Aceptabilidad
GTYG	6.40±1.45 ^a	6.26±1.87 ^a	5.66±1.91 ^a	5.66±1.74 ^a	6.5±1.98 ^a
GTYG _P	6.43±1.38 ^a	5.93±2.13 ^a	6.90±1.8 ^b	6.93±1.85 ^b	7.03±1.86 ^a

Diferentes superíndices en la misma columna son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) según la prueba de Tukey. Los valores se presentan como media $\pm$ desviación estándar.

Conclusión

En el presente trabajo se estudiaron las características reológicas y sensoriales de geles tipo yogur de garbanzo. Los dos geles tipo yogurt obtenidos fueron comparados entre sí encontrándose que el gel tipo yogurt sin pectina fue el que presentó mejor características reológicas; sin embargo, con relación a la característica fisicoquímicas el gel tipo yogurt adicionado con pectina fue el que presentó mejores valores. Con relación a las características sensoriales, los estudios realizados demostraron que no hubo una diferencia entre la aceptación global de ambos geles tipo yogurt.

Referencias

- Astolfi, M. L., Marconi, E., Protano, C., Canepari, S. (2020). Comparative elemental analysis of dairy milk and plant-based milk alternatives. Food Control, 116, Article 107327. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107327>.
- Bansal, S., Mangal, M., Sharma, S.K., Yadav, D.N., Gupta, R.K. (2016). Optimization of process condition for developing yoghurt like probiotic product from peanut. LWT-Food Science and Technology, 37, 6-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.059>.
- Boukid, F., Lamri, M., Dar, B. N., Garron, M., Castellari, M. (2021). Vegan alternatives to processed cheese and yogurt launched in the European market during 2020: A nutritional challenge? Foods 2021, Vol. 10, Page 2782, 10(11), 2782. <https://doi.org/10.3390/foods10112782>
- Bourouis, I., McClements, D.J., Chen, C., Li, H., Pang, Z., Liu, X. (2024). Formulation and evaluation of structural and physico-chemical properties of soy yogurts: Effect of incorporating soy protein isolate/chitosan complexed microgels. LWT-Food Science and Technology, 206, 116569. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116569>
- Bulca, S., Büyükgümüş, E. (2024). Production of yogurt analogs from peanut milk (extract) using microbial transglutaminase and two different starter cultures. LWT-Food Science and Technology, 205, 116546. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116546>.

- Devnani, B., Ong, L., Kentish, S.E., Scales, P.J., Gras, S.L. (2022). Physicochemical and rheological properties of commercial almond-based yoghurt alternatives to dairy and soy yoghurts. *Future Foods*, 6, 100185. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100185>.
- Goldstein, N., and Reifen, R. (2022). The potential of legume-derived proteins in the food industry. *Grain and Oil Science and Technology*, 5, 167-178. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaost.2022.06.002>.
- Grasso, N., Alonso-Miravalles, L., O'Mahony, J. A. (2020). Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods*, 9(3), 252, 1-11. <https://doi.org/10.3390/foods9030252>
- Gupta, M. K., Torrico, D. D., Ong, L., Gras, S. L., Dunshea, F. R., & Cottrell, J. J. (2022). Plant and dairy-based yogurts: A comparison of consumer sensory acceptability linked to textural analysis. *Foods*, 11(3), 463. <https://doi.org/10.3390/foods11030463>
- Hanley, L., Dobson, S., Marangoni, A.G. (2024). Legume milk-based yogurt mimetics structured using glucono- δ -lactone. *Food Research International*, 184, 114259. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114259>.
- Huang, T., Tu, Z., Shangguan, X., Wang, H., Zhang, L., Bansal, N. (2021). Characteristics of fish gelatin-anionic polysaccharide complexes and their applications in yoghurt: Rheology and tribology. *Food Chemistry*, 343, Article 128413. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128413>
- Lobato-Calleros, C., Ramírez-Santiago, C., Vernon-Carter, E.J., Álvarez-Ramírez, J. (2014). Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. *Journal of Food Engineering*, 131, 110-115. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.01.019>
- Luo, Y., Liu, X., Pang, Z. (2019). Tribo-rheological properties of acid milk gels with different types of gelatin: Effect of concentration. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 7849–7862. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16305>.
- McClements, D. J., & Grossmann, L. (2022). Dairy alternatives cheese, yogurt, butter, and ice cream. In *Next generation plant-based foods-design, production, and properties* (pp. 443–521). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-96764-2>.
- Meza-Martínez, M., Hurtado-Campos, K.F., Reyes-Rosales, Ma.A., Rosales-García, K., Sosa-Morales, M.E. (2016). Leche de Garbanzo (*Cicer arietinum* L.): un alimento funcional. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 801-805.
- Montemurro, M., Pontonio, E., Coda, R., Rizzello, C. G. (2021). Plant-based alternatives to yogurt: State-of-the-art and perspectives of new biotechnological challenges. *Foods*, 10(2), 316. <https://doi.org/10.3390/foods10020316>.
- Park, Y. W. (2020). The impact of plant-based non-dairy alternative milk on the dairy industry. *Food Science of Animal Resources*, 41(1), 8–15. doi: [10.5851/kosfa.2020.e82](https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e82)
- Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., Sharma, R. (2020). Milk Analog: Plant-based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(18), 3005–3023. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1674243>.
- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-Lopez, E., et al. (2023). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*, 39(4), 2320–2351. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1952421>.
- Silva, A. R. A., Silva, M. M. N., Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, Article 108972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108972>.
- Sofi, S. A., Singh, J., Chhikara, N., Panghal, A. (2020). Effect of incorporation of germinated flour and protein isolate from chickpea on different quality characteristics of rice-based noodle. *Cereal Chemistry*, 97(1), 85–94.
- Sounya, M.P., Suresh, A., Parameswaran, R., Nampoothiri, K.M. (2024). Physico-chemical and organoleptic evaluation of probiotic plant-milk yohurt-type beverages as a functional alternative to dairy yogurts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 57, 103060. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103060>.