

## Efecto de las bacterias ácido lácticas termotolerantes probióticas sobre las características fisicoquímicas de batidos cárnicos.

N. Saucedo-Briviesca<sup>1</sup>, A. Cuesta<sup>2</sup> y M. L. Pérez-Chabela<sup>3</sup>.

**1** Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Av. Universidad 3000, Colonia del Carmen, Delegación Coyoacán. C.P. 04510, Ciudad de México, México. **2** Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Av. General Paz 5445. CP 1650. San Martín, Buenos Aires, Argentina. **3** Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa. C.P.09340, Ciudad de México, México. [lpch@xanum.uam.mx](mailto:lpch@xanum.uam.mx)

### RESUMEN:

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son de gran importancia en la industria alimentaria debido a que algunas mejoran la textura, color, olor, sabor y aumentan el valor nutricional de los productos. En este estudio se evaluó el efecto de la inoculación de dos cepas de BAL termotolerantes probióticas (BALT) *Enterococcus faecium* UAM1 y *Pediococcus pentosaceus* UAM5 en batidos cárnicos. Se elaboraron cuatro batidos diferentes: uno con cada cepa, uno con la mezcla de cepas y un testigo. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos: pH, estabilidad a la cocción, humedad expresable, textura y color durante 16 días de almacenamiento. La utilización de BALT en batidos cárnicos aumento la estabilidad a la cocción y la dureza. La mezcla de cepas mejoro la humedad expresable de los batidos al disminuir este valor conforme el tiempo de almacenamiento. La producción de exopolisacáridos podría ser la principal causa por la que se mejoran algunas características fisicoquímicas de los productos. El uso de BALT *E. faecium* UAM1 y *P. pentosaceus* UAM5 en la elaboración de batidos cárnicos permite obtener un producto funcional.

**Palabras clave:** bacterias ácido lácticas, batidos cárnicos, termotolerancia.

### ABSTRACT:

Lactic acid bacteria (BAL) are of great importance in the food industry because some improve the texture, color, smell, taste and increase the nutritional value of the products. In this study we evaluated the effect of inoculation of two probiotic thermotolerant BAL strains (BALT) *Enterococcus faecium* UAM1 and *Pediococcus pentosaceus* UAM5 in meat batters. Four different batters were made: one with each strain, one with the strain mixture and one control. Physicochemical parameters: pH, cooking stability, expressible humidity, texture and color during 16 days of storage was analyzed. The use of BALT in meat batters increased stability to cooking and hardness. The blend of strains improved the expressible moisture of the shakes by lowering this value according to the storage time. The production of exopolysaccharides could be the main cause by which some physico-chemical characteristics of the products are improved. The use of BALT *E. faecium* UAM1 and *P. pentosaceus* UAM5 in the preparation of meat batters allows obtaining a functional product.

Keywords: lactic acid bacteria, meat batters, thermotolerance.

### INTRODUCCIÓN

Los batidos cárnicos, entre los que se incluyen a las salchichas, son sistemas complejos que consisten en proteínas musculares solubilizadas, fibras musculares, miofibrillas fragmentadas, partículas de grasa, agua, sales, fosfatos y otros ingredientes (Smith, 2001). Este tipo de productos son altamente consumidos en México en comparación con otros cárnicos procesados, esto debido a que son alimentos de bajo costo, fácil preparación y alto contenido de proteína. Los productos cárnicos emulsionados incluyen en su proceso un tratamiento térmico en el cual se alcanza una temperatura de 72°C con el fin de eliminar microorganismos patógenos.

La descripción general de bacterias ácido lácticas (BAL) incluye cocos o bacilos no esporuladas, que producen ácido láctico como principal producto de la fermentación de los carbohidratos (Axelsson, 2004). Aunque son consideradas mesófilas, se ha visto que cuando son sometidas a estrés, pueden sobreexpresar unas proteínas llamadas proteínas del choque térmico (HSP) por sus siglas en inglés (Papadimitriou y col., 2016). Estas bacterias

lácticas termotolerantes han sido altamente estudiadas debido a que poseen características probióticas y algunas segregan exopolisacáridos.

Los exopolisacáridos (EPS) son polisacáridos de cadena larga producidos extracelularmente por bacterias y microalgas. Los EPS consisten en unidades ramificadas y repetitivas de azúcares o derivados de azúcar. Estas unidades de azúcar son principalmente glucosa, galactosa, manosa, N-acetil glucosamina, N-acetil galactosamina y ramnosa, en proporciones variables. Los EPS que producen las BAL se secretan en su entorno durante el crecimiento como limo suelto (Patel y col., 2012). Debido a su composición, los EPS han encontrado múltiples aplicaciones en diversas industrias alimentarias y farmacéuticas (Nicolaus y col., 2010). En la industria alimentaria, los EPS producidas por BAL se usan como agentes de viscosidad, estabilizadores, emulsionantes o gelificantes para modificar las propiedades reológicas y textura de los productos (Ruas y de los Reyes, 2005).

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de dos cepas de BAL termotolerantes probióticas (*Enterococcus faecium* UAM1 y *Pediococcus pentosaceus* UAM5) sobre las características fisicoquímicas de batidos cárnicos durante la vida de anaquel. La utilización de bacterias lácticas termotolerantes con potencial probiótico permitirá obtener un alimento cárnico cocido funcional. Los resultados de este estudio muestran que la utilización de BAL termotolerantes en la elaboración de batidos cárnicos tiene efecto en las características fisicoquímicas durante la vida de anaquel del producto; disminuye el pH, mejora la estabilidad a la cocción, aumenta la dureza y cohesividad, aumenta la componente L\* y a\* y disminuye b\*, además al utilizar la mezcla de cepas se mejora la humedad expresable. Las bacterias ácido lácticas termotolerantes utilizadas en este estudio, mostraron ser eficientes en mejorar las características fisicoquímicas de los batidos cárnicos cocidos, por lo que podrían ser utilizadas como ingrediente funcional en productos cárnicos.

### Materiales y métodos.

Se utilizaron dos cepas de bacterias ácido lácticas termotolerantes (BALT): *Enterococcus faecium* UAM1 y *Pediococcus pentosaceus* UAM5 aisladas e identificadas de salchichas comerciales. Se preparó el inóculo de BALT en caldo MRS (de Man y col., 1960) hasta alcanzar una densidad óptica de 1 a 650 nm, que corresponde a 10<sup>8</sup> UFC/mL, el cual fue inoculado en batidos cárnicos con la formulación de la tabla I en cuatro lotes diferentes: uno por cada cepa, uno con la mezcla de cepas y un testigo sin BALT. La mezcla se embutió en tripas de celulosa de 20 mm de diámetro y se cocieron en un baño de agua (80°C) por 14 min hasta alcanzar una temperatura interna de 70±2°C, se enfriaron en un baño de hielo, se desfundaron y se empacaron al vacío para ser almacenadas por 16 días a 4°C.

A los días 1, 6, 13 y 16 se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: pH, humedad expresable, estabilidad a la cocción, color y textura.

**Tabla I.** Formulación del batido cárnico.

Ingrediente	(%)
Carne de cerdo	50
Lardo	15
Fécula de papa	5
Inóculo	5
Sal	2
Fosfatos	0.3
Sal cura (5% Nitritos)	0.3
Hielo	22.4

El pH fue medido directamente insertando un electrodo de penetración para carne y embutidos HANNA HI 99163 (Braña y col., 2011). Se determinó el % de estabilidad a la cocción dividiendo el peso del producto cocido entre el peso del producto antes de cocer y multiplicando por 100 (Ramos y Farías, 2001). Para humedad expresable, se pesaron muestras de  $1.5 \pm 0.2$  g, se envolvieron en papel filtro Whatman No. 1, se colocaron en tubos de centrifuga y se centrifugaron a  $2000 \times g$  durante 15 min (Jáuregui y col., 1981). Se determinó el porcentaje de agua liberada en el batido cárnico cocido por centrifugación, calculando la diferencia de peso inicial menos el peso de la muestra después de centrifugar, dividido por el peso inicial y multiplicando por 100. Se realizó un análisis de perfil de textura (Bourne, 1978) en un texturómetro Brookfield CT3 equipado con una celda de carga de 25 kg y una sonda de acrílico de 25 mm de diámetro. Las muestras fueron cortadas en cilindros de 20 mm de altura, comprimiendo el 50%, a una velocidad de 1 mm/s con un tiempo de espera de 5 seg. El color se determinó en coordenadas CIE-Lab:  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (Braña y col., 2011) en un colorímetro Color Flex EZ Hunter Lab (Hunter Lab, 2000) utilizando un software Easy Match QC Versión 4.31.

Se analizaron los efectos de la inoculación de BALT en los batidos cárnicos durante el tiempo de almacenamiento estudiado utilizando un modelo factorial de dos niveles (cepa y día de almacenamiento). Los resultados se analizaron con el procedimiento PROC ANOVA del paquete estadístico SAS Software Versión 8.0 (SAS System, Cary, NC, EE.UU.). Las diferencias significativas entre medias fueron determinadas mediante una prueba Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### pH, estabilidad a la cocción y humedad expresable

Las BAL disminuyeron el pH de los productos cárnicos respecto al tiempo de almacenamiento debido a la producción de ácido láctico (tabla II), esta disminución puede afectar la dureza, el color, y las características sensoriales del producto (Visessanguan y col., 2004). El pH de los batidos cárnicos con *P. pentosaceus* UAM5 y con *E. faecium* UAM1 no fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ), mientras que el de los batidos cárnicos con la mezcla de cepas si lo fue, ya que estas obtuvieron un pH final más alto. Al reducirse el pH por acción del ácido láctico se crea una protección contra la proliferación de patógenos (Visessanguan y col., 2006). Por lo que la utilización de las cepas de BALT en batidos cárnicos podría tener un efecto antimicrobiano.

La estabilidad a la cocción (EC) es una expresión porcentual que indica la estabilidad de la emulsión y de la matriz cárnica al ser sometida a cocción. En la tabla II se muestran los valores de EC, la cual aumentó respecto al tiempo de almacenamiento en batidos cárnicos inoculados con BALT, existiendo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) al día 1 y 6. La inoculación de *P. pentosaceus* UAM5 provocó una menor EC al día 1, sin embargo, esta aumentó al día 13 y 16. El porcentaje perdido indica principalmente pérdida de grasa debido a la cocción, por lo tanto, puede ser que las BALT ayuden en la estabilización de la fase oleosa del batido cárnico. Pérez-Chabela y col. (2013) reportaron que la producción de exopolisacáridos (EPS) de cepas de BALT podría mejorar la EC de los batidos cárnicos. Probablemente las cepas de BALT utilizadas en este estudio produzcan EPS con propiedades funcionales que actúen como gomas, dispersas en la fase acuosa, reteniendo partículas de grasa impidiendo pérdidas durante la cocción (Ramos y Farías, 2001).

La humedad expresable (HE) es el porcentaje de agua liberada tras someter a los batidos cárnicos a una fuerza mecánica. Dicha humedad, en los batidos inoculados con *P. pentosaceus* UAM5 y *E. faecium* UAM1 aumentó con el tiempo de almacenamiento siendo estos valores significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) a los del batido con la mezcla de cepas, ya que en éste el porcentaje de agua liberada disminuyó con el tiempo. La HE fue mejor con la mezcla de cepas, ya que lo que se desea en un batido cárnico es que retenga humedad para mejorar las características sensoriales, probablemente ambas cepas sean productoras de EPS, sin embargo, deben producirlo en pocas cantidades por lo que al utilizar la cepa individualmente no se vea reflejada una retención de agua, pero

que quizá ocurra un efecto sinérgico al mezclarse los EPS que producen ambas cepas y que hacen que se retenga mayor humedad respecto al día de almacenamiento. Al producirse más de un tipo de EPS en un alimento se tienen efectos sinérgicos sobre la mejora de las características de éste (Malang y col., 2015). Se ha reportado (Yuksekdag y Aslim, 2010) que cinco cepas del género *Pediococcus* aisladas de salchichas fermentadas tipo turco producían EPS (25-64 mg/L) en medio MRS.

**Tabla II.** pH, estabilidad a la cocción y humedad expresable (expresada como porcentaje de agua liberada) de batidos cárnicos inoculados con BALT a los días 1, 6, 13 y 16 de almacenamiento.

	Día	Testigo	<i>P. pentosaceus</i> UAM5	<i>E. faecium</i> UAM1	Mezcla de cepas UAM1+UAM5
pH	1	6.27±0.01 <sup>a,A</sup>	6.39±0.08 <sup>c,A</sup>	6.23±0.05 <sup>c,A</sup>	6.34±0.03 <sup>b,A</sup>
	6	6.25±0.06 <sup>a,B</sup>	5.92±0.07 <sup>c,B</sup>	5.95±0.03 <sup>c,B</sup>	6.15±0.02 <sup>b,B</sup>
	13	6.25±0.02 <sup>a,C</sup>	5.74±0.02 <sup>c,C</sup>	5.85±0.02 <sup>c,C</sup>	6.03±0.01 <sup>b,C</sup>
	16	6.18±0.02 <sup>a,D</sup>	5.64±0.03 <sup>c,D</sup>	5.70±0.01 <sup>c,D</sup>	5.90±0.01 <sup>b,D</sup>
EC	1	97.63±1.26 <sup>a,C</sup>	96.81±0.79 <sup>b,C</sup>	98.79±1.03 <sup>a,C</sup>	97.09±0.62 <sup>a,C</sup>
	6	98.66±0.20 <sup>a,B</sup>	96.08±0.19 <sup>b,B</sup>	99.35±0.33 <sup>a,B</sup>	98.93±0.09 <sup>a,B</sup>
	13	99.33±0.73 <sup>a,A</sup>	98.32±0.24 <sup>b,A</sup>	99.13±0.76 <sup>a,A</sup>	99.08±0.66 <sup>a,A</sup>
	16	98.78±0.51 <sup>a,B,A</sup>	98.54±0.69 <sup>b,B,A</sup>	98.08±0.40 <sup>a,B,A</sup>	99.22±0.59 <sup>a,B,A</sup>
HE	1	17.23±0.54 <sup>a,D</sup>	15.03±0.85 <sup>b,D</sup>	13.08±0.86 <sup>b,D</sup>	17.60±0.35 <sup>c,D</sup>
	6	17.82±0.57 <sup>a,C</sup>	16.55±0.79 <sup>b,C</sup>	17.88±0.42 <sup>b,C</sup>	15.26±0.19 <sup>c,C</sup>
	13	18.00±0.98 <sup>a,B</sup>	17.35±0.69 <sup>b,B</sup>	18.37±0.80 <sup>b,B</sup>	16.39±0.21 <sup>c,B</sup>
	16	19.73±0.67 <sup>a,A</sup>	19.19±1.15 <sup>b,A</sup>	18.75±0.26 <sup>b,A</sup>	16.41±0.55 <sup>c,A</sup>

EC= Estabilidad a la cocción

HE= Humedad expresable

a, b, c: Medias con la misma letra no son ( $p < 0.05$ ) significativamente diferentes por cepa.

A, B, C, D: Medias con la misma letra no son ( $p < 0.05$ ) significativamente diferentes por día de almacenamiento.

### Textura y color

El análisis de perfil de textura simula la masticación del alimento, en donde se presentan dos ciclos de compresión, dentro del análisis de textura se pueden obtener los siguientes parámetros: dureza, elasticidad, adhesividad, cohesividad y masticabilidad. En este estudio solo se muestran los resultados de los dos parámetros donde hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ): dureza y cohesividad (tabla III). La dureza de los batidos cárnicos inoculados con BALT aumentó respecto al tiempo, presentando un cambio significativo ( $p < 0.05$ ) entre el día 1 y 6 (tabla III). Los batidos cárnicos con mayor dureza fueron los que se inocularon por separado las cepas de *E. faecium* UAM1 y *P. pentosaceus* UAM5. Relacionando los valores de dureza con los de HE, tenemos que el aumento de la HE en los batidos con *E. faecium* UAM1 y *P. pentosaceus* UAM5 tiene efecto en la dureza, ya que al retener menos agua se tiene una matriz proteica más compacta. Una suposición es que las BALT estén produciendo algún exopolisacárido que ayuda a que se tenga un gel más firme (Galle y Arendt, 2014). Algunos EPS mejoran las características de textura de un gel al dar una mayor firmeza y retener más agua (Ruas-Madiedo y col., 2002). La cohesividad de los batidos cárnicos inoculados con BALT fue significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) en comparación con el testigo (tabla III) lo cual indica que hubo cambios estructurales dentro de la matriz proteica de estos batidos cárnicos que los hacen más cohesivos, es decir, más compactos. Probablemente las interacciones entre la proteína sean mayores dando una mayor firmeza, cohesividad y estabilidad al gel. La cohesividad se considera como la suma de las fuerzas internas que mantienen la forma del producto (Totosaus, 2004).

**Tabla III.** Dureza y cohesividad de batidos cárnicos inoculados con BALT a los días 1, 6, 13 y 16 de almacenamiento.

	Día	Testigo	<i>P. pentosaceus</i> UAM5	<i>E. faecium</i> UAMI	Mezcla de cepas UAM1+UAM5
<b>Dureza</b>	1	33.15±3.69 <sup>c,B</sup>	35.35±3.21 <sup>a,B</sup>	30.57±1.21 <sup>a,b,B</sup>	28.65±1.18 <sup>b,c,B</sup>
	6	36.61±5.89 <sup>c,A</sup>	35.38±2.57 <sup>a,A</sup>	33.15±0.46 <sup>a,b,A</sup>	32.39±0.11 <sup>b,c,A</sup>
	13	28.91±2.95 <sup>c,A,B</sup>	33.97±2.06 <sup>a,A,B</sup>	33.44±0.65 <sup>a,b,A,B</sup>	33.98±1.14 <sup>b,c,A,B</sup>
	16	24.24±4.43 <sup>c,A,B</sup>	36.70±4.55 <sup>a,A,B</sup>	38.00±3.07 <sup>a,b,A,B</sup>	34.73±1.50 <sup>b,c,A,B</sup>
<b>Cohesividad</b>	1	0.62±0.02 <sup>a,B</sup>	0.56±0.04 <sup>c,B</sup>	0.60±0.01 <sup>b,B</sup>	0.62±0.02 <sup>b,B</sup>
	6	0.66±0.07 <sup>a,A,B</sup>	0.58±0.02 <sup>c,A,B</sup>	0.62±0.02 <sup>b,A,B</sup>	0.62±0.01 <sup>b,A,B</sup>
	13	0.67±0.06 <sup>a,A</sup>	0.60±0.01 <sup>c,A</sup>	0.61±0.01 <sup>b,A</sup>	0.61±0.01 <sup>b,A</sup>
	16	0.68±0.06 <sup>a,A</sup>	0.60±0.01 <sup>c,A</sup>	0.65±0.02 <sup>b,A</sup>	0.61±0.01 <sup>b,A</sup>

a, b, c: Medias con la misma letra no son ( $p < 0.05$ ) significativamente diferentes por cepa.

A,B: Medias con la misma letra no son ( $p < 0.05$ ) significativamente diferentes por día de almacenamiento.

Los valores de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  de los batidos cárnicos se muestran en la tabla IV. Los batidos cárnicos inoculados con *P. pentosaceus* UAM5 fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) menos luminosos, más amarillos y más rojos (tabla IV) estos resultados hacen suponer que la cepa de *P. pentosaceus* UAM5 produce una mayor cantidad de ácido láctico lo cual se ve reflejado en el pH bajo el cual afecta el color de los batidos cárnicos, teniendo cambios significativos ( $p < 0.05$ ) entre los días 1 y 6 de almacenamiento. La componente  $b^*$  (amarillo) de los batidos cárnicos con las cepas de BALT individuales fue significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) al de la mezcla de cepas, siendo más amarillas las inoculadas con *P. pentosaceus* UAM5 y menos amarillas las de la mezcla de cepas. El color rosa característico de los batidos cárnicos es debido a la reacción de curado, en donde se forma el pigmento nitrosohemocromo. El color rosa/rojizo se vio significativamente afectado ( $p < 0.05$ ) por la inoculación de BALT, éste aumentó conforme el tiempo de almacenamiento.

**Tabla IV.** Color de batidos cárnicos inoculados con BALT a los días 1, 6, 13 y 16 de almacenamiento.

	Día	Testigo	<i>P. pentosaceus</i> UAM5	<i>E. faecium</i> UAMI	Mezcla de cepas UAM1+UAM5
<b><math>L^*</math></b>	1	75.75±3.03 <sup>a,A</sup>	74.93±0.71 <sup>b,A</sup>	78.95±0.73 <sup>a,A</sup>	79.18±4.82 <sup>a,A</sup>
	6	80.85±2.72 <sup>a,B</sup>	76.30±3.37 <sup>b,B</sup>	80.68±1.20 <sup>a,B</sup>	80.03±2.03 <sup>a,B</sup>
	13	80.63±3.48 <sup>a,B</sup>	76.95±1.11 <sup>b,B</sup>	82.58±0.91 <sup>a,B</sup>	80.70±0.14 <sup>a,B</sup>
	16	82.63±0.84 <sup>a,B</sup>	76.93±3.80 <sup>b,B</sup>	83.05±0.17 <sup>a,B</sup>	81.68±0.13 <sup>a,B</sup>
<b><math>a^*</math></b>	1	1.52±0.32 <sup>c,C</sup>	4.25±0.17 <sup>a,C</sup>	3.63±0.29 <sup>a,b,C</sup>	3.30±0.34 <sup>b,C</sup>
	6	2.60±0.12 <sup>c,B</sup>	4.78±0.29 <sup>a,B</sup>	4.10±0.49 <sup>a,b,B</sup>	4.13±1.20 <sup>b,B</sup>
	13	3.28±0.43 <sup>c,A,B</sup>	4.83±0.72 <sup>a,A,B</sup>	4.85±0.06 <sup>a,b,A,B</sup>	4.18±1.08 <sup>b,A,B</sup>
	16	3.73±0.05 <sup>c,A</sup>	4.88±0.66 <sup>a,A</sup>	4.88±0.05 <sup>a,b,A</sup>	4.85±0.81 <sup>b,A</sup>
<b><math>b^*</math></b>	1	10.15±0.77 <sup>c,A</sup>	12.78±0.29 <sup>a,A</sup>	11.43±0.34 <sup>b,A</sup>	10.27±0.62 <sup>c,A</sup>
	6	10.08±0.88 <sup>c,B</sup>	12.10±0.73 <sup>a,B</sup>	10.15±0.30 <sup>b,B</sup>	9.95±0.62 <sup>c,B</sup>
	13	9.85±0.47 <sup>c,B,C</sup>	11.98±0.43 <sup>a,B,C</sup>	9.83±0.17 <sup>b,B,C</sup>	9.63±0.30 <sup>c,B,C</sup>
	16	9.15±0.10 <sup>c,C</sup>	11.75±0.68 <sup>a,C</sup>	9.63±0.42 <sup>b,C</sup>	9.63±0.43 <sup>c,C</sup>

a, b, c: Medias con la misma letra no son ( $p < 0.05$ ) significativamente diferentes por cepa.

A, B, C: Medias con la misma letra no son ( $p < 0.05$ ) significativamente diferentes por día de almacenamiento.

### BIBLIOGRAFÍA

- Axelsson, L. (2004). Lactic acid bacteria: classification and physiology. *Food science and technology – New York: Marcel Dekker*, 139, 1-66.
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food technology*, 32(7), 62-66, 72.
- Braña V.D., Ramírez R.E., Rubio L.M., Sánchez E.A., Torrescano U.G., Arenas M.M., Partida P.A., Ponce A. Ed., & Ríos R.F. (2011). Manual de análisis de calidad en muestras de carne. INIFAP, SAGARPA. Folleto Técnico 11. Pp. 10-27.
- De Man, J.C., Rogosa, M. & Sharpe, M. E., 1960. A medium for the cultivation of *Lactobacillus*. *Journal of Applied Bacteriology*, 23(1), 130-135.
- Jáuregui, C. A., Regenstein, J. M., & Baker, R. C. (1981). A Simple Centrifugal Method for Measuring Expressible Moisture, A Water-Binding Property of Muscle Foods. *Journal of Food Science*, 46(4), 1271-1271.
- Malang, S. K., Maina, N. H., Schwab, C., Tenkanen, M., & Lacroix, C. (2015). Characterization of exopolysaccharide and ropy capsular polysaccharide formation by *Weissella*. *Food microbiology*, 46, 418-427.
- Nicolaus, B., Kambourova, M., & Oner, E. T. (2010). Exopolysaccharides from extremophiles: from fundamentals to biotechnology. *Environmental Technology*, 31(10), 1145-1158.
- Papadimitriou, K., Alegría, Á., Bron, P. A., De Angelis, M., Gobbetti, M., Kleerebezem, M., ... & Turróni, F. (2016). Stress physiology of lactic acid bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(3), 837-890.
- Patel, S., Majumder, A., & Goyal, A. (2012). Potentials of exopolysaccharides from lactic acid bacteria. *Indian journal of microbiology*, 52(1), 3-12.
- Pérez-Chabela, M. L., Díaz-Vela, J., Reyes-Menéndez, C. V., & Totosaus, A. (2013). Improvement of moisture stability and textural properties of fat and salt reduced cooked sausages by inoculation of thermotolerant lactic acid bacteria. *International Journal of Food Properties*, 16(8), 1789-1808.
- Ramos, N. A. G., & Fariás, M. E. (2001). Stability of meat emulsion with non-meat proteins. In *Proceedings of the eighth international congress on engineering and foods-ICEF* (Vol. 8, pp. 643-647).
- Ruas, M. P., y De Los Reyes, G. C. G. (2005). Invited review: methods for the screening, isolation, and characterization of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 843-856.
- Ruas-Madiedo, P., Hugenholtz, J., & Zoon, P. (2002). An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, 12(2), 163-171.
- Smith, D. M. (2001). Functional properties of muscle proteins in processed poultry products. En: *Poultry meat processing*. Owens, C. M. (Ed). Taylor & Francis Group. United States. 181-194.
- Totosaus, A. (2004). Functionality of glycosylated heart surimi and heat precipitated whey proteins in meat batters. *Journal of Muscle Foods*, 15(4), 256-268.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S., & Thepkasikul, P. (2004). Changes in composition and functional properties of proteins and their contributions to Nham characteristics. *Meat science*, 66(3), 579-588.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Smitinont, T., Kittikun, C., Thepkasikul, P., & Panya, A. (2006). Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of *Lactobacillus curvatus*. *LWT-Food Science and Technology*, 39(7), 814-826.
- Yuksekdag, Z. N., & Aslim, B. (2010). Assessment of potential probiotic-and starter properties of *Pediococcus spp.* isolated from Turkish-type fermented sausages (sucuk). *Journal Microbiology Biotechnology*, 20(1), 161-168.