


El porcentaje y tipo de almidón (papa o trigo) afectan la textura instrumental de batidos cárnicos reducidos en grasa

Starch percent and type (potato or wheat) affects fat reduced meat batters' instrumental texture

Octavio Toledo 

*Laboratorio y Planta Piloto de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.
Av. Tecnológico esq. Av. Central s/n, Ecatepec de Morelos 55210, Estado de México,
México.  Autor de correspondencia: j.octaviotoledo@gmail.com*

RESUMEN

El origen botánico del almidón resulta en diferentes propiedades debido a inherentes diferencias en sus cadenas de amilosa y amilopectina, lo que restringe su uso de acuerdo con el procesamiento térmico del alimento donde se quiera utilizar. Su uso en salchichas cocidas es como extensor, para mejorar rendimiento y textura. En este trabajo se estudió la textura instrumental del efecto de dos tipos de almidón, papa y trigo, a diferentes porcentajes en batidos cárnicos cocidos reducidos en grasa. Almidón de trigo a altas concentraciones de grasa resultó en una textura más dura, pero más cohesiva. Para el resorteo, cohesividad y resiliencia se presentaron valores más altos al utilizar almidón de papa, pues logró incorporar a la matriz una mayor cantidad de agua ligada, una vez alcanzada su temperatura de gelificación, misma que permitió la interacción (estabilidad de la grasa antes, durante y después del tratamiento térmico) con las diferentes concentraciones de grasa, responsable de la elasticidad, estabilidad en la unión interna de la matriz de gel, y mejorando la resiliencia. De este modo, almidón de papa puede ser utilizado para mejorar textura de batidos cárnicos cocidos reducidos en grasa.

Palabras clave: batidos cárnicos, almidón de papa, almidón de trigo, reducción de grasa, textura instrumental

ABSTRACT

Starch botanical origin results in different properties related to differences in their amylose and amylopectin chains, restricting their use according to thermal process of the food to apply. Starch use in cooked sausages is as an extensor, to improve yield and texture. In this work, the effect of two types of starch, potato and wheat, on the instrumental texture, in

 orcid.org/0000-0002-1453-3620

Recibido: 16/03/2019. Aceptado: 16/05/2019

fat reduced cooked meat batters, was studied. wheat starch at high concentrations of fat resulted in harder but more cohesive texture. Potato starch presented higher values for springiness, cohesiveness and resilience, incorporating to protein matrix since when the gelatinization temperature was reached (stabilizing fat before, during and after thermal treatment) more interactions with the different fat concentrations were made, enhancing elasticity and the internal bonds of the gel matrix, improving resilience. In this view, potato starch can be employed to improve texture in fat reduced cooked meat batters.

Key words: meat batters, potato starch, wheat starch, fat reduction, instrumental texture.

INTRODUCTION

En productos cárnicos, la textura ha sido reconocida durante mucho tiempo como una importante propiedad multidimensional de calidad sensorial y donde algunos de los atributos que se miden para describir su textura son dureza, resorteo cohesividad y resiliencia (Voisey y col., 1975). Existen pruebas instrumentales que imitan las condiciones a las que se somete un alimento al ser masticado, la prueba de doble compresión (análisis de perfil de textura) desarrollada y adaptada para un equipo analizador de textura por Bourne en 1978, se ha convertido en un estándar para la evaluación de estas, ya que es muy efectiva para medir las propiedades sensoriales detectadas por el ser humano al consumir un alimento (Stortz y col., 2012). Es importante tomar en cuenta que el tamaño de las partículas y las propiedades superficiales de un alimento son factores que tienen influencia sobre la textura, así como los cambios en su estructura, ya que el impacto de la variación en las concentraciones de los ingredientes tiene influencia en la fuerza iónica y funcionalidad de las proteínas (Pietrasik, 1999).

El lardo es una grasa saturada en las células adiposas de origen animal típicamente empleada en la elaboración de batidos cárnicos (Stortz y col., 2012). Es una fuente de ácidos grasos esenciales y vitaminas, además de aportar sabor, textura y jugosidad (Muguerza y col., 2002), ya que ejerce una influencia considerable en relación con las propiedades de unión, reológicas y estructurales al interactuar con las proteínas y el agua, estabilizando la emulsión (Hughes y col., 1996). Está bien documentado que pueden ocurrir muchos cambios en la textura cuando la fuente de grasa es modificada (Stortz y col., 2012), la reducción su contenido y sustitución por agua generalmente conduce a texturas indeseables, sin embargo, el reemplazo con ingredientes no cárnicos resulta una opción atractiva (Lyons, 1999). Los almidones, gomas, fibras, entre otros, han sido estudiados como sustitutos de grasa en batidos cárnicos con el fin de simular en la mayor medida posible sus propiedades físicas y organolépticas (Barbut y Mittal, 1996).

Los almidones en productos cárnicos son comúnmente empleados como espesantes y agentes gelificantes para mejorar la textura. No obstante, también se utilizan como mimetizadores de grasa, los cuales se utilizan para simular las propiedades organolépticas y texturales que esta confiere (Pietracci, 2013). La funcionalidad de los almidones y

aplicación en los alimentos depende de sus propiedades fisicoquímicas, tamaño de granulo, estructura y temperatura de gelificación que son atribuidas por su origen botánico (Totousaus, 2008). A pesar de que muchos trabajos abordan el tema de la influencia del almidón y la grasa sobre las propiedades de textura en batidos cárnicos, pocos estudios han considerado los efectos físicos y químicos que cantidades variables de almidón tienen en productos cárnicos reducidos en grasa, por lo que resulta de interés, estudiar más a fondo estas interacciones comparando dos tipos de almidón (Genccelep y col., 2017).

El objetivo de este trabajo fue determinar la textura instrumental de los batidos cárnicos reducidos en grasa utilizando dos tipos de almidón a diferentes concentraciones y comparar su efecto sobre las propiedades texturales de dureza, resorteo, posesividad y resiliencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del batido cárnico.

Se utilizó pasta de ave mecánicamente deshuesada (55%) (Grupo Pecuario San Antonio S.A de C.V) y se homogenizó con una mezcla de sal (2.5%), fosfatos (0.4%), y sal cura (0.15%) (Industrias Alimenticias Fabp, S.A. de C.V) en un procesador de alimentos Chef Prep 70610 (Hamilton Beach, Glen Allen) con la mitad del hielo y el lardo de cerdo congelado (10, 15 o 20%). Se mezcló por dos minutos junto con la otra mitad de hielo para agregar el almidón de papa o de maíz (5, 7.5 o 10%) (Industrias Alimenticias Fabp, S.A. de C.V), mezclando por dos minutos más. La tabla 1 muestra las formulaciones empleadas.

Tabla 1. Formulación de los batidos cárnicos utilizando almidón de papa o almidón de trigo.

Ingrediente									
Pasta de ave	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Sal, fosfatos y sal cura	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
Lardo de cerdo	10.00	15.00	20	10.00	15.00	20.00	10.00	15.00	20.00
Almidón	5.00	5.00	5.00	7.50	7.50	7.50	10.00	10.00	10.00
Hielo	26.95	21.95	16.95	24.45	19.45	14.45	21.95	16.95	11.95

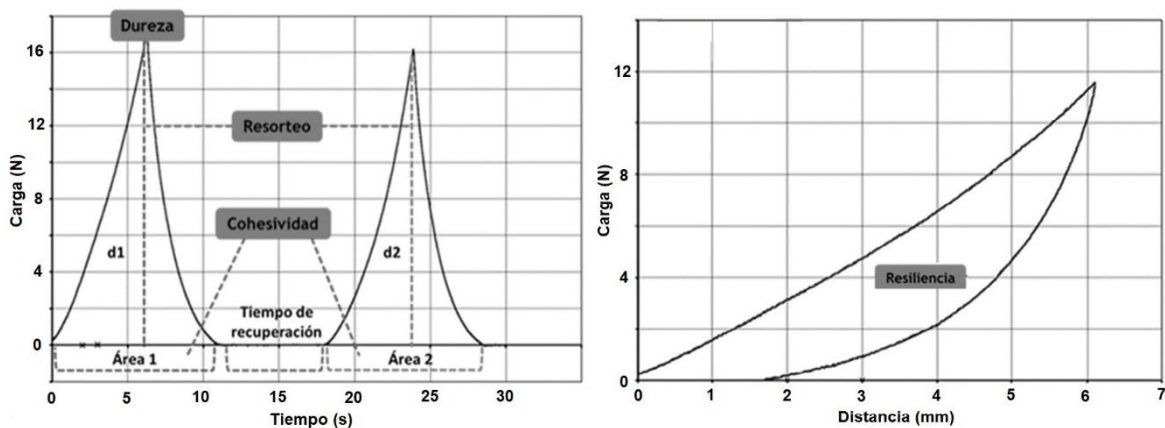
Se embutió el batido cárnico de los diferentes tratamientos en fundas de celofán de 20mm de diámetro y se cocieron en agua a 80°C, hasta alcanzar una temperatura interna de 75°C en un lapso de 15 min aproximadamente, se enfriaron y se almacenaron en refrigeración para someterse a posteriores análisis.

Análisis del perfil de textura.

Las muestras se analizaron en un texturómetro Brookfield LFRA, Middleboro. con una celda de carga de 4.5 kg y una sonda de acrílico de 40 mm de diámetro, Las muestras fueron cortadas en cilindros 20 mm de largo (20 mm de diámetro) y comprimidas a un 30% de su tamaño original durante dos ciclos, a una velocidad de 1 mm/s con un tiempo de recuperación de 5 segundos entre cada una.

De las curvas de fuerza contra tiempo se determinó; dureza como el pico de carga máxima detectado durante la primera compresión (fuerza máxima para alcanzar una deformación); resorteo, como la altura que el cuerpo recupera al transcurrir el tiempo entre el final de la primera compresión e inicio de la segunda (relación en la cual un material deformado regresa a su condición original después de que la fuerza de deformación es removida); y cohesividad, relación de fuerza positiva durante la segunda compresión y la primera compresión (fuerza de unión internas que proporcionan el cuerpo a la muestra) (Szczesniak, 1963; Bourne, 1978). De las curvas fuerza contra distancia se determinó la resiliencia, definida como el área en primer ciclo de histéresis (energía acumulada que permite a la muestra recobrar en cierta medida su forma original. (Voisey y col., 1975) (Figura 1).

Figura 1. Curvas del análisis de perfil de textura para determinar los parámetros texturales



Diseño y análisis experimental.

Para determinar el efecto del almidón y la grasa sobre las propiedades texturales, de los batidos cárnicos, se propuso el siguiente modelo experimental:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde y_{ijk} representa la propiedad textural del batido cárnico a la i -ésima concentración (10, 7.5 o 5%) del j -ésimo tipo de almidón (papa o maíz), a la k -ésima concentración de lardo de cerdo (20, 15 o 10%), α , β y γ son el efecto principal para la concentración y tipo de almidón, y concentración de lardo; ϵ_{ijk} representa el error residual asumiendo una distribución normal de media cero y varianza σ^2 . Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS versión 9.0, con el comando PROC ANOVA, determinando diferencia significativa entre medias con la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La tabla 2 muestra los resultados para la dureza de las diferentes formulaciones de batidos cárnicos cocidos, de acuerdo con la prueba de medias. A concentraciones iguales o mayores al 15% de lardo, aumentaron la dureza significativamente ($P < 0.05$); y concentraciones del 10% disminuyeron. Las formulaciones con 10% de almidón fueron significativamente más duras ($P < 0.05$) que al utilizar concentraciones de 7.5 o 5%. Los batidos cárnicos formulados con diferente tipo de almidón presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$), obteniendo valores de dureza mayores para los formulados con almidón de trigo.

Tabla 2. Dureza de los batidos cárnicos formulados con diferente nivel y tipo de almidón a diferentes porcentajes de lardo.

Lardo (%)	Almidón de papa (%)			Almidón de trigo (%)		
	5	7.5	10	5	7.5	10
10	8.85±3.98 b,e,B	13.09±1.64 b,d,B	13.16±1.24 b,c,B	8.54±1.68 b,a,A	14.25±0.33 b,d,A	11.71±1.44 b,c,A
15	8.57±0.70 a,e,B	12.36±0.59 a,d,B	14.99±1.83 a,c,B	10.73±0.50 a,e,A	15.91±1.23 a,d,A	18.38±2.33 a,c,A
20	9.59±0.79 a,e,B	11.88±1.36 a,d,B	12.44±1.22 a,c,B	10.18±0.79 a,e,A	12.13±1.32 a,d,A	22.48±3.09 a,c,A

a,b Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el porcentaje de lardo.

c,d,e Medias con la misma letra en el mismo renglón no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el porcentaje de almidón.

A,B Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el tipo de almidón.

De acuerdo con los resultados, se observó que mayores concentraciones de lardo y almidón de trigo incorporadas en batidos cárnicos se relaciona con valores de dureza más altos en comparación a los que contenían menor cantidad de lardo y almidón de papa.

Diversos autores han expuesto la fuerte relación entre la dureza de los batidos cárnicos y el porcentaje de grasa añadida (Claus, 1989; Carballo y col., 1996; Youssef y Barbut, 2009)

demostrando que menor cantidad de grasa en la formulación de batidos cárnicos, proporciona valores más bajos de dureza, Carballo y col. (1996) mencionan que este comportamiento es atribuible a que al bajar la concentración de grasa aumenta la cantidad de agua en el sistema y por lo tanto, es menor la cantidad de proteína involucrada en la emulsión, lo que resulta en una matriz de gel con menos proteínas y menos densa, esto coincide con Cavestany y col. (1993) que reportan la formación de microestructuras que integran una matriz menos densa y con más capilares, lo que provoca una disminución en las propiedades de unión, por lo que se podría afirmar que una matriz con mayor contenido de grasa es más compacta y por lo tanto más dura. Por otra parte, Pietrasik (1999) y Beggs (1997) indicaron que cuando un sistema saturado con altas concentraciones de almidón y grasa se relacionan con bajos contenidos de agua, se obtienen batidos cárnicos más duros, además de que al utilizar almidón de trigo también aumentó la dureza en comparación con el de papa. Esto pudo deberse a la diferencia entre sus estructuras, pues la capacidad de retener agua de los almidones está fuertemente ligada a su contenido de amilosa y amilopectina, mismos que ejercen diferentes uniones a ella. Además de la influencia de la temperatura de gelatinización, que es menor en almidón de papa (60-65 °C) y mayor en almidón de trigo (80-85 °C), lo que ocasiona que a temperaturas mayores a 75 °C (temperatura de cocción de los batidos cárnicos) no alcancen a retener agua por completo.

En la tabla 3 se muestran los resultados para el resorteo de las diferentes formulaciones de acuerdo con la prueba de medias. Altas concentraciones de lardo y almidón presentes en batidos cárnicos cocidos, se tuvieron valores significativamente ($P < 0.05$) mayores de resorteo. A concentraciones bajas al 10%, disminuyeron. No existió diferencia significativa ($P > 0.05$) para el resorteo al utilizar diferente tipo de almidón en batidos cárnicos cocidos.

Tabla 3. Resorteo de los batidos cárnicos formulados con diferente nivel y tipo de almidón a diferentes porcentajes de lardo.

Lardo (%)	Almidón de papa (%)			Almidón de trigo (%)		
	5	7.5	10	5	7.5	10
10	0.86±0.01 b,e,A	0.84±0.01 b,d,A	0.81±0.02 b,c,A	0.88±0.00 b,a,A	0.85±0.01 b,d,A	0.84±0.02 b,c,A
15	0.85±0.01 a,e,A	0.85±0.01 a,d,A	0.66±0.36 a,c,A	0.85±0.01 a,e,A	0.84±0.01 a,d,A	0.81±0.02 a,c,A
20	0.81±0.01 a,e,A	0.84±0.01 a,d,A	0.81±0.03 a,c,A	0.86±0.06 a,e,A	0.86±0.02 a,d,A	0.61±0.34 a,c,A

a,b Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el porcentaje de lardo.

c,d,e Medias con la misma letra en el mismo renglón no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el porcentaje de almidón.

A,B Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el tipo de almidón.

Los resultados demuestran que mayores concentraciones de lardo y almidón, sin importar el tipo, dan lugar a valores de resorteo más altos en batidos cárnicos en comparación al utilizar menores concentraciones.

Un comportamiento similar, fue el reportado por diferentes autores (Pietrasik, 1999; Andrés y col., 2005). ya que el aumento en la concentración de grasa y almidón presentó mayor resorteo en batidos cárnicos, este efecto puede atribuirse a que la grasa proporciona elasticidad al sistema, y a la competencia entre el almidón y las proteínas por emulsionar menor cantidad de agua.

Al aumentar ambas concentraciones de grasa y almidón, la cantidad de agua incorporada al sistema disminuyó, motivo por el que también se pudo observar un incremento para el resorteo en las muestras, es decir, el agua tampoco contribuyó a la elasticidad (Youssef y Barbut, 2011). El tipo de almidón no alteró el resorteo ya que probablemente estuvo mayormente relacionando con la poca disponibilidad de agua en un sistema saturado de grasa y almidón.

La tabla 4 muestra los resultados para la cohesividad de acuerdo con la prueba de medias. En batidos cárnicos crudos formulados con el 15% de lardo se presentaron valores de cohesividad significativamente ($P < 0.05$) mayores a los formulados al 20%. Sin embargo, concentraciones al 10% no se presentaron diferencia entre ambos. Altas concentraciones de almidón ($>10\%$) aumentaron la cohesividad significativamente ($P < 0.05$), y al reducirla al 5% la cohesividad disminuyó. Para el tipo de almidón se obtuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$) al obtener valores de cohesividad mayores al utilizar almidón de trigo.

Tabla 4. Cohesividad de los batidos cárnicos formulados con diferente nivel y tipo de almidón a diferentes porcentajes de lardo.

Lardo (%)	Almidón de papa (%)			Almidón de trigo (%)		
	5	7.5	10	5	7.5	10
10	0.78±0.01 ab,e,B	0.78±0.00 ab,d,B	0.78±0.01 ab,c,B	0.78±0.01 ab,e,A	0.80±0.03 ab,d,A	0.79±0.00 ab,c,A
15	0.79±0.00 a,e,B	0.79±0.00 a,d,B	0.79±0.00 a,c,B	0.78±0.00 a,e,A	0.79±0.00 a,d,A	0.79±0.00 a,c,A
20	0.77±0.00 b,e,B	0.79±0.03 b,d,B	0.77±0.00 b,c,B	0.67±0.04 b,e,A	0.81±0.01 b,d,A	0.78±0.01 b,c,A

a,b Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el porcentaje de lardo.

c,d,e Medias con la misma letra en el mismo renglón no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el porcentaje de almidón.

A,B Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) para el tipo de almidón.

El aumento en las concentraciones de grasa y de almidón de trigo hicieron evidente un incremento en la cohesividad. Youssef y Barbut (2011) demostraron que, de igual forma, a medida que aumento la concentración de grasa y almidón la cohesividad tendió a disminuir en productos cárnicos. Estos resultados también coincidieron con lo descrito por Gregg (1993) y Pietrasik (1999) y donde mencionan que la cohesividad es una propiedad que esta correlacionada con la dureza, y se pueden atribuir estos resultados a que mayores concentraciones de grasa y almidón de trigo proporcionaron batidos cárnicos más duros, y por lo tanto menos cohesivos.

La tabla 5 muestra los resultados para la resiliencia en batidos cárnicos cocidos. De acuerdo con la prueba de medias no existió diferencia significativa ($P>0.05$) en la resiliencia para las concentraciones de lardo incorporadas en los batidos cárnicos. Al incrementar la concentración de almidón al 10% en batidos cárnicos cocidos, la resiliencia aumentó significativamente ($P<0.05$), y disminuyó en concentraciones del 5%. La incorporación de almidón de trigo en batidos cárnicos cocidos presento valores de resiliencia significativamente en batidos ($P<0.05$) mayores.

Tabla 5. Resiliencia de los batidos cárnicos formulados con diferente nivel y tipo de almidón a diferentes porcentajes de lardo.

Lardo (%)	Almidón de papa (%)			Almidón de trigo (%)		
	5	7.5	10	5	7.5	10
10	34.4±5.20 a,e,B	52.6±7.60 a,d,B	51.1±5.10 a,c,B	74.6±9.30 a,e,A	58.0±2.10 a,d,A	44.3±7.19 a,c,A
15	29.9±2.58 a,e,B	48.9±2.74 a,d,B	59.6±6.33 a,c,B	40.3±2.97 a,e,A	55.4±4.70 a,d,A	73.1±11.3 a,c,A
20	40.3±2.69 a,e,B	47.5±4.75 a,d,B	49.5±7.37 a,c,B	39.5±6.90 a,e,A	50.3±4.44 a,d,A	87.6±17.1 a,c,A

a,b Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P>0.05$) para el porcentaje de lardo.

c,d,e Medias con la misma letra en el mismo renglón no son significativamente diferentes ($P>0.05$) para el porcentaje de almidón.

A,B Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P>0.05$) para el tipo de almidón.

Mayor concentración de almidón de papa al interactuar con diferentes porcentajes de grasa presentó batidos cárnicos más resilientes, ya que absorbieron más energía durante y después de la compresión una vez que fue retirada la fuerza. Dichos resultados se pueden

comparar con los de cohesividad, ya que de igual forma se relacionan negativamente con la dureza (Voisey y col., 1975).

CONCLUSIÓN

El análisis de perfil de textura mostro que la dureza de los batidos cárnicos reducidos en grasa fue mayor al utilizar un porcentaje alto de almidón de trigo, efecto que posiblemente se debió a que no logro que sus gránulos llegaran a retener agua en igual medida que los de papa, pues no alcanzo la temperatura necesaria para gelificar, esto se hizo evidente ya que el contenido de agua ligada en mayores concentraciones está relacionado con productos menos duros y menos elásticos. Alto contenido de lardo proporciono mayor dureza y resorteo, pero disminuyo la cohesividad, sin tener diferencia para la resiliencia. Al incrementar la concentración de almidón se presentaron valores de textura mayores, siendo el de trigo más duro, elástico y resiliente que el de papa. Este efecto se puede atribuir a que al incrementar las concentraciones de lardo y almidón se forma una matriz más densa y compacta (menos capilares), además de la evidente reducción del contenido de agua (aporta suavidad y no contribuye al resorteo), creando una competencia por parte de los ingredientes por emulsionar. Por su parte el almidón de trigo presento valores superiores debido a que su temperatura de gelificación (85°C) se encuentra por arriba de la temperatura de cocción de los batidos cárnicos (72°C) por lo que no logro gelificar ni retener la suficiente agua dentro de sus gránulos.

Referencias

- ANDRES S.C., GARCÍA M.E., ZARITZKY N.E., CALIFANO A.N., (2005). Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*, 72, 311-319.
- BOURNE, M.C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology* 32 (7) 62-66, 72.
- CARBALLO J., FERNÁNDEZ P., BARRETO G., SOLA M.T., JIMÉNEZ, F. (1996). Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch an egg white. *Journal of Food Science* 61, (3), 652-664
- CARBALLO J., FERNÁNDEZ P., BARRETO P., SOLAS M. JIMÉNEZ F., COLMENERO. (1996). Characteristics of high-and low-fat bologna sausages as affected by final Internal cooking temperature and chilling storage. *Journal of Food Science* 72:40-48.
- CAVESTANY M., JIMÉNEZ COLMENERO F., SOLAS M.T., CARBALLO J. (1993). Incorporation of Sardine Surimi in Bologna Sausage Containing Different Fat Levels. *Meat Science* 38, 27-37.
- CLAUS J., HUNT C., KASTNER C., (1989). Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory, and processing characteristics of bologna. *Journal of Muscle Foods* 1: 1-21.

- GANCCELEP H., ANIL M., SARICA OGLU T., AGAR B., (2017). The effects of different starches on some physical and texture properties of meat emulsions. *GIDA The Journal of Food* 46 (6): 773-785.
- GREGG L.L., CLAUS S.R., HACKNEY C.R., MARRIOTT N.G., (1993). Low-fat, high added water bologna from massaged, minced batter. *Journal of Food Science* 58:259-267.
- HUGHES E., TROY D. J., COFRADES S, (1996). Effects of fat label, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science* 45: 273-281
- LYONS P., KERRY F., MORRISSEY A. BUCKLEY J., (1999). The influence of added whey protein/carrageenan gels and tapioca starch on the textural properties of low-fat pork sausages. *Meat Science* 51: 49-52.
- MUGUERZA E., FISTA G., ANSORENA D., ASTIASARAN I., BLOUKAS J.G. (2002). Effect of level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics on fermented sausages. *Meat Science* 61: 397-404.
- PETRACCI M., BIANCHI., MUDALAL, S., CAVANI, C., (2013). Functional ingredients for poultry meat products. *Trends in Food Science and Technology* 33: 27-39.
- PIETRAZIK Z. 1999. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. *Meat Science* 51: 17-25.
- BARBUT S., GUARI S., MITTAL. (1996). Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low-fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology* 31, 241-247.
- SKREDE G. (1986). Comparison of various types of starch when used in meat sausages. *Meat Science* 25: 21-36.
- STORTZ A., ZETZL K., BARBUT S., CATTARUZZA A., MARAGONI G., (2012). Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technology* 24:151- 154.
- SZCZENIACK A.S. 1963. Classification of textural characteristics. *Journal of Foods Science* 28: 385-389.
- TOTOSAUS A. (2008). The use of potato starch in meat products. *Food* 3: 102-108.
- VOISEY, P., RANDALL C., LARMOND E. 1975. Selection an objective test of winner texture by sensory analysis. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal* 8: 23-29.
- YOUSSEF M.K., BARBUT S., (2001). Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Science* 87: 356-360.
- YOUSSEF M.K; BARBUT S. (2009). Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Science* 82: 228-233.