

Diseño del proceso de elaboración de jamón de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y determinación de la vida de Anaquel

DIEGO-ESTUDILLO, Oscar†*, PÉREZ-NAVA, Raymundo, CID-ORTEGA, Sandro y ABRAHAM, Misael

Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Prolongación Reforma 168, Santiago Mihuacán, 74420 Izúcar de Matamoros, Pue

Recibido 17 de Julio, 2017; Aceptado 8 de Septiembre, 2017

Resumen

El objetivo fue diseñar el proceso para elaborar jamón bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). Desarrollando diferentes formulaciones modificando ingredientes, las cuales se evaluaron mediante escala hedónica estructurada para obtener la de mayor aceptación del consumidor. El producto se evaluó de acuerdo a propiedades fisicoquímicas (pH, acidez titulable y actividad de agua), microbiológicas (Mesófilos aerobios, mohos y levaduras y coliformes totales) y sensoriales (color, olor y textura). La vida de anaquel del producto se evaluó de acuerdo al modelo de Arrhenius y mediante estimación de diferentes atributos (color, olor y textura). Se diseñó el diagrama y el proceso para la elaboración de jamón de bagre. El jamón presentó un pH, acidez titulable y actividad agua de 6.83, 0.126%, 0.9650, respectivamente. La inocuidad del producto presentó valores microbiológicos de <100 UFC/g para mohos, levaduras y mesófilos aerobios y negativo para coliformes totales. La vida útil del producto es de tres semanas aproximadamente. En conclusión, la mejor formulación es: 1% de carragenina, 5% de APS, 47.9% de bagre y 20% de cerdo. Con el proceso diseñado para la obtención de jamón de bagre se obtiene un rendimiento del 40% aproximadamente.

Jamón de bagre, diseño del proceso, vida útil.

Abstract

The objective of this work was to design the process for the production of catfish meat ham (*Ictalurus punctatus*). Different formulations were made to which the amounts of carrageenan, 1 and 1.5%, soy protein isolate, 5 and 10%, catfish meat, 47.9 and 57.9%, and 10% and 20% pork were modified. The formulations were evaluated using a structured hedonic scale to obtain the best. The product was evaluated according to its physicochemical properties (pH, titratable acidity and water activity), microbiological (aerobic mesophiles, molds and yeasts and total coliforms) and sensory (color, odor and texture). The shelf life of the product was made according to the Arrhenius model and by the evaluation of different attributes (color, odor and texture). The diagram and the process for the elaboration of catfish ham were designed. The ham presented a pH, titratable acidity and water activity of 6.83, 0.126%, 0.9650, respectively. The safety of the product presented microbiological values of <100 CFU / g for molds, yeasts and mesophiles aerobic and negative for total coliforms. The shelf life of the product is approximately three weeks. In conclusion, the best formulation is 1% carrageenan, 5% soy protein isolate, 47.9% catfish meat and 20% pork. With the process designed to obtain catfish meat ham yields a yield of approximately 40%.

Catfish ham, process design, shelf life

Citación: DIEGO-ESTUDILLO, Oscar, PÉREZ-NAVA, Raymundo, CID-ORTEGA, Sandro y ABRAHAM, Misael. Diseño del proceso de elaboración de jamón de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y determinación de la vida de Anaquel. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-3:36-47

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: odiego_pa@hotmail.com

Introducción

El jamón es uno de los productos más consumidos en nuestro país, siendo el deleite de los niños y un alimento muy versátil para los adultos. Combinable de mil maneras distintas, el jamón cocido, también conocido como el jamón York, es uno de los alimentos más usados, por su sabor suave, su textura, su fácil digestión y por lo bien que sirve de complemento con ensaladas u otros alimentos de sabor más fuerte. Es un fiambre cocido, derivado cárnico del cerdo. Suele estar formado por una única pieza o bloque, compuesto de carne picada de magro y grasa animal al que se le inyecta sal en gran cantidad a través de un proceso conocido como “inyección”. Entre las variedades, comercialmente podemos encontrar la categoría Extra, que suele ir en etiqueta roja, o la categoría Primera, en etiqueta verde. Su versión de menor calidad es el ‘fiambre de jamón’, que puede contener más azúcares, almidones y proteínas vegetales, que no suelen ser admitidos reglamentariamente en el jamón cocido tradicional (Arís, 2011).

El curado de la carne se define como la adición de sal y otras sustancias a la carne con el fin de preservarla. Originalmente solo se agregaba sal, pero a medida que esta tecnología se desarrolló comenzaron a añadirse otras sustancias como azúcar, especias nitrito y nitrato de sodio. En general, la mezcla de sales se puede añadir a la carne de forma seca (frotándola sobre la superficie de la carne que se va a curar) o en forma de solución (inyectándola en la pieza de carne y posteriormente masajeando o golpeando al material). En la mezcla de curado se usan nitritos de potasio y de sodio. La función de éstos es múltiple: desarrollan un color característico al formar nitrosilmioglobina, actúan como agentes inhibidores del crecimiento microbiano y contribuyen a mejorar el sabor y la textura (Guerrero y Arteaga, 2001).

El bagre es un alimento proteínico y delicioso que brinda variedad a tus comidas; a los que han comido bagre desde hace años, no les sorprende la creciente popularidad de este pescado. El sabor suave del bagre es tal que se adapta bien a muchas recetas. Es posible a menudo usarlo en recetas para otros pescados, o para aves, carne de puerco y de res; agregarlo a tu dieta no sólo da variedad sino también ofrece una alternativa saludable con poca grasa. Su bajo contenido de sodio es muy importante para los que comen una dieta con poca sal o los que quieren evitar o reducir la alta presión sanguínea. El bagre contiene calcio, hierro y otros minerales importantes para la buena salud y se come y digiere fácilmente. Además de disfrutar el sabor del bagre, se aprovecha una extensa variedad de beneficios para tu salud; su proteína ayuda a la reparación de los tejidos del cuerpo, por eso, incluirlo en la dieta diaria, aumenta el beneficio vitamínico y las grasas saludables. Con el objetivo de diversificar los productos a partir de bagre se desarrolló el proceso para la elaboración de jamón de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) (CONAPESCA, 2016).

Justificación

Debido a la alta producción y a las escasas maneras de comercialización del bagre, así como la baja comercialización de esta especie en el mercado debido al rechazo que tiene por la apariencia del pescado, se tiene la necesidad de desarrollar nuevos productos a base de carne de bagre, diversificando los productos e incrementando las maneras de comercialización para este tipo de pescado, para así aumentar las ventas de esta especie además de darle un valor agregado al pescado ofreciendo un mayor aprovechamiento para los productores de bagre de la región, por tal motivo se plantea el desarrollo de jamón a partir de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) el cual es una nueva forma de comercializar el pescado trayendo consigo diversos beneficios a la salud del consumidor además de ser un producto nuevo e innovador.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar el proceso de elaboración de jamón a partir de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*).

Objetivos específicos

- Determinar la formulación más adecuada para la obtención de jamón de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)
- Diseñar el proceso de elaboración del producto.
- Realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos al producto terminado.
- Realizar el análisis de vida de anaquel del producto elaborado.

Marco Teórico

Antecedentes de la actividad acuícola

En 1972 iniciaron los primeros estudios sobre el cultivo del bagre de canal en México en el instituto tecnológico y de Estudios Superiores en Monterrey. En 1973 se realizó el cultivo de esta especie en una unidad de producción acuícola privada del Rosario, Sinaloa. En 1976 se introdujo el bagre en la presa “La Boquilla”, Chihuahua. Posteriormente, se distribuyó en casi todas las entidades federativas de la República Mexicana, principalmente en sitios con climas tropicales y subtropicales con altitudes de 500 a 1500 msnm (metros sobre el nivel del mar), debido a su gran potencial comercial, rápido crecimiento y alta resistencia a condiciones ambientales adversas. En México, esta especie se cultiva principalmente en los estados de Michoacán, Guerrero, y Tamaulipas, a través de estanques rústicos o en jaulas flotantes en embalses (SAGARPA, 2012).

Generalidades del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

El bagre de Canal pertenece a la familia Ictaluridae del orden de los siluriformes. Su cuerpo no está cubierto de escamas, tiene forma aplanada dorso-ventral y es de color azul-olivo en el dorso, plateado en los costados y blanco en el vientre (Figura 1). La cabeza presenta ocho barbas, dos nasales, dos maxilares y otras cuatro en la barbilla. Estas barbas tienen en su superficie una serie de sensores gustativos con los cuales barren los fondos barrosos de los ríos para buscar su alimento. Pueden alcanzar tamaños de hasta 160 cm para algunas especies. Los adultos se reproducen por primera vez a los 2-3 años de edad (Torres, 2013).



Figura 1 Bagre de canal (Somma, 2009).

El desove en la naturaleza ocurre en la primavera, comenzando alrededor de marzo en la parte sur de la distribución geográfica y más tarde en la medida que aumenta la latitud. Los huevos son depositados a menudo bajo troncos caídos o en algún tipo de depresión natural. Los huevos son puestos en una masa adhesiva. Las hembras de 0.5-1.8 kg producen un promedio de 8 800 huevos/kg de peso corporal, con hembras más grandes produciendo un promedio de 6 600 huevos/kg. Una vez que los huevos son puestos y fertilizados, el macho persigue y expulsa a la hembra del área del nido y atiende los huevos ventilando la masa con sus aletas para mantener agua oxigenada moviéndose sobre ellos. Dependiendo de la temperatura, los huevos eclosionarán dentro de 5-10 días y el macho continuará protegiendo por varios días a las larvas con saco hasta que los sacos vitelinos son absorbidos y las crías son capaces de nadar alrededor en busca de alimento. Los bagres son conocidos como omnívoros oportunistas dado que ellos se alimentarán de una amplia variedad de material vegetal y animal; esto es, virtualmente de cualquier cosa que esté disponible (FAO, 2016).

Atención al cultivo

Es recomendable durante el proceso de engorda proporcionar al cultivo los siguientes cuidados (SEDAGRO, 2007):

- Seleccionar a los peces por tallas para evitar el canibalismo proporcionando adecuadamente la ración alimenticia.

- Emplear un tamaño de alimento adecuado a la talla de los peces, almacenando el alimento en un lugar seco y ventilado.

- Mantener estricta limpieza del equipo, artes de pesca y estanquería.

- Vigilar que el flujo de agua sea constante y adecuado.

- Llevar una carpeta técnica con los datos de las actividades cotidianas y registro de los organismos.

Condiciones para el cultivo

Según la secretaria de desarrollo agropecuario el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) se adapta a diferentes ambientes, es de fácil manejo y presenta excelente crecimiento, para cultivo es importante que las características del agua se mantengan dentro de los rangos que se establecen en la Tabla 1.

| Característica | Límite o rango |
|----------------------------|----------------|
| Sólidos suspendidos (mg/l) | < 70 |
| Temperatura del agua (°C) | 17 - 29 |
| Oxígeno disuelto (ppm) | 5 |
| Bióxido de carbono (ppm) | < 25 |
| Amonio (mg/l) | < 0.2 |
| Alcalinidad (mg/l) | 20 - 100 |
| pH | 6 - 9 |

Tabla 1 Condiciones para el cultivo de bagre de canal (SEDAGRO, 2007).

Producción mundial y nacional de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

El bagre de canal ha sido introducido en Europa, Federación de Rusia, Cuba y porciones de Latinoamérica, el principal interés en muchos países donde el pez ha sido introducido parece ser la pesca recreativa. A nivel mundial la producción del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es de 390,020 toneladas en el 2010 como se muestra en la figura 2 (FAO, 2016).

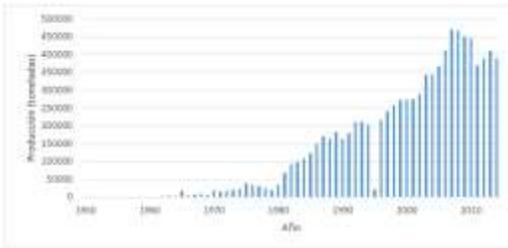


Figura 2 Producción mundial de bagre de canal en toneladas (FAO, 2016).

Actualmente, en México existen granjas de cultivo de bagre en los estados de Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Puebla, Hidalgo y Estado de México, con una producción anual de 1543.64 toneladas, de las cuales 36.65 toneladas son producidas en el estado de Puebla (CONAPESCA, 2014).

Beneficios y composición química de la carne

El bagre es una especie altamente apreciada en el mercado por su carne blanca, de agradable sabor y consistencia. Además, su carne tiene un alto contenido de proteínas y bajo en calorías, contiene calcio, hierro y poco sodio. Esta especie es una alternativa para el déficit nutricional presente en la población, ya que 250 g proporcionan el 85% de las proteínas requeridas por los niños y el 65% en los adolescentes (CONAPESCA, 2011).

El bagre es bajo en calorías y en grasa una porción de 3 onzas de bagre presenta 122 calorías y 6.1 gramos de grasa. Este pescado contiene ácidos grasos saludables, comer bagre es una manera sabrosa de aumentar tu ingesta de ácidos grasos omega 3 y ácidos grasos omega 6. Una porción de este pescado proporciona 220 mg de ácidos grasos omega 3 y 875 mg de ácidos grasos omega 6 (CONAPESCA, 2011).

Al consumir una porción de bagre tienes el 40% de la ingesta diaria recomendada de vitamina B-12.

La vitamina B-12 es fundamental para ayudar a tu cuerpo en la descomposición de los alimentos que consumes en energía utilizable, pero esta vitamina tiene otras funciones. Sin suficiente vitamina B-12 en tu dieta, el cuerpo puede sufrir la pérdida temporal y completa de la sensibilidad y del movimiento, comúnmente conocida como letargia (Wolf, 2013).

Jamón tradicional

Se caracteriza por ser un producto nutritivo, sabroso, de mejor y más larga conservación que la materia prima de la cual procede. Comercialmente existen además del jamón cocido de pierna otros productos semejantes en su proceso de elaboración y utilizan espaldillas y lomos de cerdo, músculos maceteros, recortes con un 30% de grasa aproximadamente. Asimismo, se utilizan sucedáneos del tipo de almidones de trigo, maíz, tapioca y proteína de soya (Bedolla et al., 2004).

Variedades del jamón cocido

Haciendo una lista, podemos decir que el jamón cocido (el de York, también conocido como 'jamón dulce' en algunas zonas de España) procede de las extremidades posteriores del cerdo, y es salado, cocido y deshuesado. El contenido en grasa es un 20% más bajo que el del jamón de procedencia. Se distinguen dos categorías en función de la calidad de la carne: Extra y Primera. El contenido en sal es más bajo que en el jamón natural (Arís, 2011).

El conocido como 'fiambre de jamón', de peor calidad, procede de las patas traseras y su contenido en proteínas de carne es inferior al jamón cocido, pero, por otra parte, permite añadir proteínas vegetales. En el norte de la península ibérica (en realidad, actualmente en toda la península) es muy popular el 'lacón', que es un cocido sin deshuesar con un sabor más fuerte y que suele servirse con especias.

La paleta cocida, por su parte, procede de las extremidades anteriores del cerdo. Es de inferior calidad comercial que el jamón cocido y es más barato. Finalmente, el ‘fiambre de paleta’ es una paleta de segunda categoría que procede también de delanteras, pero el contenido en proteínas de la carne es aún inferior, dado que al igual que en el fiambre de jamón se permiten otras proteínas, almidón y azúcares con los mismos fines, aunque la calidad comercial y nutritiva sea muy inferior (Arís, 2011).

Efectos de las sales de curación

En el curado de la carne con salmuera el intercambio de agua y sal se produce por simple osmosis a través del sarcolema que adopta el papel de membrana semipermeable. El agua de líquido celular tiende a atravesar la membrana en sentido inverso hasta que la igualdad de las concentraciones salinas se realiza de una parte y otra. Los agentes que modifican la velocidad de penetración de la sal son la temperatura, la concentración de salmuera exterior y la sal en el interior de la pierna. Si la concentración de la sal esta de 2 a 5% el agua permanece fuertemente ligada a los constituyentes proteicos a los cuales hincha (Bedolla et al., 2004).

Metodología de Investigación

Obtención de materia prima

El bagre (*Ictalurus punctatus*) fue adquirido en la granja acuícola El Oasis ubicada en el Municipio de Chietla, Puebla. La se encuentra regulada y monitoreada por SAGARPA y CONAPESCA.

Obtención del jamón de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

Para la obtención del jamón de carne de bagre es necesario primeramente eviscerar el pescado, filetearlo y desollarlo para obtención de la carne, posteriormente se preparó la salmuera y se dejó curar durante un día, después la carne se introduce en el molde y se somete a cocimiento en agua hirviendo durante una hora, una vez cocido fue desmoldado y empacado al alto vacío, el diagrama del proceso se muestra en la figura 7.

Análisis fisicoquímicos

pH

Se utilizó el potenciómetro CONDUCTRONIC modelo pH 120. Para la determinación de pH se calibro el potenciómetro a 2 puntos con las soluciones reguladoras de pH 4 y 7, posteriormente se tomaron 10 gramos de muestra finamente picada a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, se sumergió el electrodo en la muestra y se tomó la lectura de pH siguiendo la normatividad mexicana (NMX-F-317-S-1978).

Acidez titulable (SEP, 1997)

Se tomaron 10 gramos de muestra finamente picada, se colocaron en un matraz volumétrico de 100 ml. Se añadió agua destilada a 40°C , previamente hervida, hasta aforar los 100 ml. Se agito vigorosamente, se filtró la solución y con una pipeta se tomo una alícuota de 25 ml del filtrado. Para la titulación se preparó una solución de NaOH al 0.1 N, a la cual se le verificó su concentración utilizando biftalato de potasio, este se molió finamente y se dejó secar durante 2 h a 120°C .

Se pesó por triplicado 1.5 g de biftalato de potasio seco y se disolvió en 75 ml de agua destilada libre de CO₂, se le agregaron 2 gotas de fenolftaleína y se tituló con la solución de NaOH. Para calcular la normalidad se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Normalidad} = \frac{A}{B * 0.2042}$$

Dónde:

A= Peso d biftalato de potasio, en gramos.

B= Volumen en ml de hidróxido de sodio utilizados para titular el biftalato de potasio.

0.2042= Miliequivalentes de biftalato de potasio.

Una vez que se obtuvo la normalidad del hidróxido se procedió a realizar la titulación de la muestra a la cual se le agregaron 4 gotas de fenolftaleína, se tituló con la solución de NaOH al 1N, se tomó la lectura de la bureta y se realizaron los cálculos utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{A * B * C}{D} * 100$$

Dónde:

A= Cantidad en mililitros de NaOH usados.

B= Normalidad del hidróxido de sodio usado.

C= Peso equivalente expresado en gramos del ácido predominante en el producto.

D= Peso de la muestra en miligramos.

Determinación de actividad de agua (Decagon devices, 2009)

Se utilizó el equipo AQUA-LAB modelo 4TE. Para realizar la determinación del jamón el equipo se calibro con las siguientes soluciones estándar:

- NaCl (aw = 0.76±0.003)
- LiCl (aw = 0.50±0.003)

A una temperatura controlada de 25±0.2°C. Posteriormente se tomó la muestra suficiente, previamente picada, esta se colocó en las capsulas de tal manera que cubriera la superficie y se procedió a realizar la lectura, la determinación se realizó por duplicado.

Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico del producto se realizó mediante aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas:

Mesófilos aerobios, NOM-092-SSA1-1994.

Coliformes totales, NOM-113-SSA1-1994.

Mohos y levaduras, NOM-111-SSA1-1994.

Análisis estadístico

Los resultados de las evaluaciones sensoriales se evaluaron mediante un análisis de varianza de un factor (ANOVA), con un nivel de confianza del 95%, utilizando el software MINITAB. Versión 17-2013.

Estimación para la vida de anaquel del producto (Salinas *et al.*, 2007)

En el análisis de vida de anaquel el producto se almacenó a 2 diferentes temperaturas, temperatura ambiente ($30^{\circ}\text{C} \pm 1$) y temperatura de refrigeración ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$), para llevar a cabo este análisis se tomaron en cuenta parámetros fisicoquímicos (actividad de agua, acidez y pH), microbiológicos (Mohos y levaduras, Coliformes totales y Mesófilos aerobios), y características sensoriales los cuales fueron analizando cada semana esto con el fin de monitorear el deterioro del producto y determinar hasta qué punto este puede ser consumido y no provoque ningún tipo de daño al consumidor. De la misma manera se realizó el análisis sensorial del producto. Se utilizó el modelo de Arrhenius para hacer los cálculos y obtener de esa manera la vida de anaquel del jamón. A los datos del análisis sensorial se les asignó una escala edonica y se determinó que el límite para determinar que el producto está en buenas condiciones es a los 3 puntos, posteriormente con la escala asignada se graficaron los resultados.

Resultados

Al comenzar el desarrollo del producto se realizaron diferentes formulaciones a base carne de bagre, las cuales presentaban el problema de la falta de cohesividad y por lo tanto se obtenía un producto sin consistencia como se puede observar en la figura 3.



Figura 3 Primeras formulaciones de jamón.

Posteriormente se desarrollaron dos formulaciones más con una mezcla de carne de pescado y carne de cerdo, con estas formulaciones se obtiene un producto con la consistencia similar a la de los jamones comerciales, estas formulaciones se sometieron a un análisis sensorial para determinar la de mayor aceptación por el público. En la tabla 2 se muestran las formulaciones que se evaluaron de acuerdo al análisis sensorial, los resultados de estas encuestas no tuvieron una diferencia significativa, como se puede observar en la figura 4, por lo que la formulación correcta se eligió en base a los comentarios de los encuestados y al criterio del autor.

| FORMULACIÓN | CANTIDAD (%) | | | |
|-------------|--------------|-------|-----|--------------|
| | Cerdo | Bagre | APS | Carra-genina |
| 7 | 10 | 57.9 | 10 | 1.5 |
| 8 | 20 | 47.9 | 5 | 1.0 |

Tabla 2 Formulaciones evaluadas.

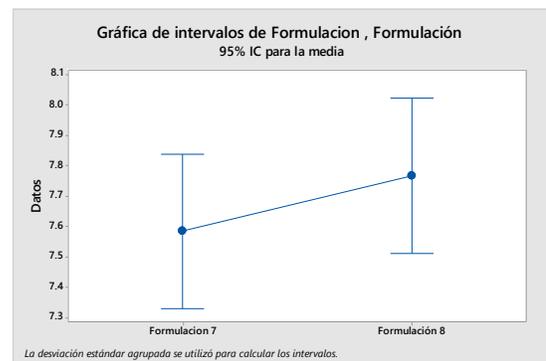


Figura 4 Resultados de encuestas de aceptación.

Una vez obtenida la formulación con mayor aceptación se diseñó el proceso para la obtención de jamón de bagre el cual se muestra en la figura 5.



Figura 5 Diagrama del proceso

Análisis fisicoquímicos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto terminado se muestran en la tabla 3.

| Especificaciones | Resultado |
|------------------|-----------|
| pH | 6.83 |
| % de acidez | 0.126 |
| a _w | 0.965 |

Tabla 3 Resultados de análisis fisicoquímicos.

La acidez del producto se determinó debido a que es un parámetro que influye en la aceptación del consumidor, además de ser un parámetro de calidad ya que como es sabido los productos cárnicos son de una acidez relativamente baja, excepto por algunos productos los cuales se someten a una acidificación como método de conservación. Como se puede observar el producto tiene un pH muy cercano al neutro debido a que el producto presenta una acidez baja.

La actividad de agua muy alta ya que es un producto cárnico, sin embargo, las sales e ingredientes utilizados en la salmuera se encargan de que el agua disponible en el jamón sea baja ya que actúan como solutos disminuyendo así el agua disponible en el producto, dándole así mayor vida de anaquel.

Análisis microbiológicos

Los resultados de los análisis microbiológicos se pueden observar en la tabla 4.

| | Resultado (UFC/g) |
|--------------------|-------------------|
| Mesófilos aerobios | <100 |
| Hongos y Levaduras | <100 |
| Coliformes totales | Negativo |

Tabla 4 Resultados de análisis microbiológicos.

Con los resultados obtenidos de los análisis se determinó que el producto es inocuo y apto para consumo humano ya que microbiológicamente no presenta ningún tipo de peligro para el consumidor.

Estos análisis, fisicoquímicos y microbiológicos, se realizaron con referencia a la NOM-242-SSA1-2009. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba, y a los resultados de los análisis se especificaron los límites mínimos y máximos para el producto terminado, los resultados se pueden observar en las tablas 5 y 6:

| | Mínimo | Máximo |
|------------------------|--------|--------|
| pH | 6 | 7 |
| % Acidez (ác. Láctico) | 0.1 | 0.3 |
| Actividad de agua | 0.95 | 0.99 |

Tabla 5 Límites fisicoquímicos establecidos.

| | Resultado (UFC/g) |
|--------------------|-------------------|
| Mesófilos aerobios | 250 |
| Hongos y Levaduras | 10 |
| Coliformes totales | <250 |

Tabla 6. Límites microbiológicos establecidos.

Vida de anaquel

En la figura 6 podemos observar los resultados del análisis microbiológico el cual presentaba una tendencia significativa sin embargo no se ajustan correctamente al modelo de Arrhenius, por tal motivo se tuvo que descartar como opción para la determinación de vida útil del jamón.

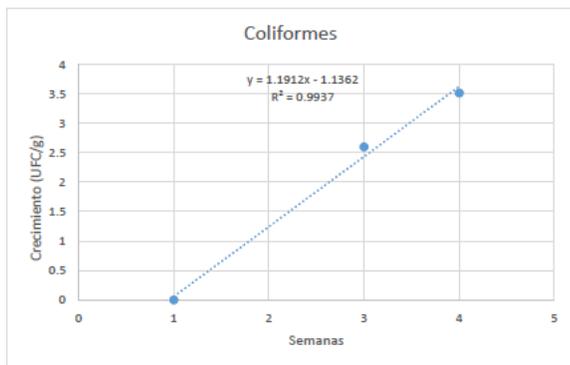


Figura 6 Modelación para vida de anaquel.

En la figura 7 se muestran los resultados graficados del análisis del pH los cuales presentan una tendencia significativa y se ajustan al modelo de Arrhenius, pero el cambio que se presenta en el producto por la variación del pH no es tan perceptible ya que la variación es mínima, por tal motivo los datos fueron descartados para la determinar la vida que tiene el jamón en anaquel.

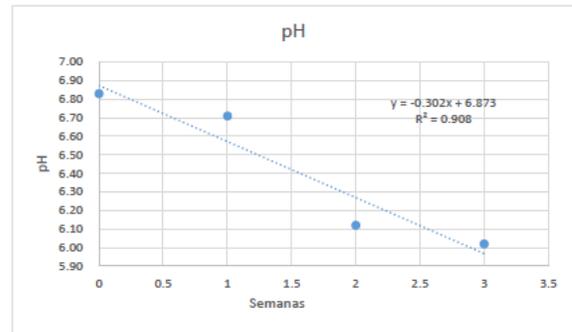


Figura 7 Modelación con resultados fisicoquímicos.

Por tal motivo se tomaron en cuenta los datos del análisis sensorial a los cuales se les asigno una escala de calificación. Dicha escala asignada se muestra en la tabla 6.

| ESCALA DE CALIFICACIÓN | |
|------------------------|---------|
| Muy bueno | 5 ptos. |
| Bueno | 4 ptos. |
| Regular | 3 ptos. |
| Malo | 2 ptos. |
| Muy malo | 1 pto. |

Tabla 6 Escala establecida para evaluar la vida de anaquel.

Con la ayuda de la escala establecida se graficaron los datos y como resultado se obtuvo la figura 8.

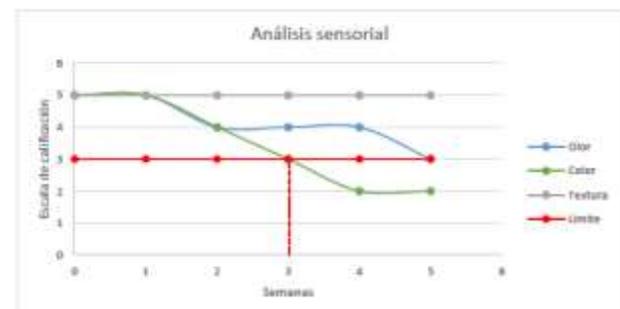


Figura 8 Resultados del análisis sensorial.

En la cual podemos observar que en la tercera semana el producto comienza a rebasar el límite inferior por lo cual que este comienza a degradarse y mostrar cambios significativos en el aspecto del jamón por lo que el tiempo que dura en anaquel es de tres semanas ya que en ese tiempo no presenta cambios significativos.

Conclusiones

1. Se desarrolló el proceso para la elaboración de jamón de carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), con el cual se obtiene un rendimiento del 40% aproximadamente.

2. Se obtuvo la formulación correcta para la elaboración del producto la cual se analizó fisicoquímica y microbiológicamente obteniendo un producto inocuo y apto para consumo.

3. La formulación elegida para la elaboración de jamón de pescado, tiene una mezcla de carne de pescado y cerdo, ya que con la carne de cerdo se obtiene una mayor cohesividad en el producto final.

4. De acuerdo a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados se determinaron los límites máximos y mínimos para estos dos parámetros.

5. Se determinó que la vida de anaquel del producto es de tres semanas aproximadamente almacenado una temperatura de refrigeración (4-8°C).

Referencias

Guerrero, I., Arteaga, M. R. 2001. Tecnología de carnes elaboración y preservación de productos cárnicos. Editorial Trillas S.A. de C.V. México, D.F. pp. 65.

SEP (Secretaría de Educación Pública). 1997. Manuales para la educación agropecuaria: control de calidad productos agropecuarios. Trillas S.A. de C.V. México, D.F. pp57-60.

Bedolla, S., Dueñas, C. y Esquivel, I. 2004. Introducción a la tecnología de alimentos. Segunda edición. Editorial Limusa S.A de C.V. México, D.F. pp. 74. <https://books.google.com.mx/books?isbn=9681863682>.

Salinas, R., Gonzales, G., Pirovani, M. y Ulín, F. 2007. Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. Universidad y ciencia, trópico Húmedo. 8: 188-191.

NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación de México). 2012. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la carta nacional acuícola. México, D.F. Diario Oficial.

<http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/2011/06062012%20SAGARPA.pdf>, accesada 22/01/2017.

SEDAGRO (Secretaría de Desarrollo Agropecuario). 2013. Cultivo de bagre. México, D.F.

<http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/documentos/peces/bagre/Cultivo%20de%20Bagre.pdf>, accesada 23/01/2017.

Torres, A. 2013. Especies relevantes para la industria pesquera mexicana. México, D.F. <http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/documentos/peces/bagre.pdf>, accesada 23/01/2017.

Arís, R. 2011. Redescubriendo el jamón cocido. <http://www.interempresas.net/Distribucion-Carnica/Articulos/52440-Redescubriendo-el-jamon-cocido.html>, accesada 23/01/2017.

Banidotti Group. 2015. Jaulas flotantes para acuicultura en lugares resguardados y expuestos. http://www.badinotti.com/prod_cage_float_SP_A.html, accesada 09/06/2017.

Bosch, A. 2013. Clases de jamón: Jamón Ibérico y Jamón Serrano. <https://www.verema.com/blog/productosgastronicos/1057492-clases-jamon-iberico-serrano>, Accesada 09/06/2017

CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca). 2014. Información estadística por especie y entidad. http://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/informacion_estadistica_por_especie_y_entidad, accesada 24/01/2017.

CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca). 2016. El bagre, un fino y suave sabor. <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/el-bagre-un-fino-y-suave-sabor?idiom=es>, accesada 24/01/2017.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2016. Programa de información de especies acuáticas *Ictalurus Punctatus* (Rafinesque, 1818).