

Procesos de conservación de calamar gigante (*Dosidicus gigas*): tecnologías tradicionales y empleo de inhibidores enzimáticos

Andrea Flores Hernández¹, Raquel García-Barrientos,² y Hugo Minor Pérez¹



¹ División de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

² Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPT).

Resumen

México tiene una elevada producción del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), el cual se comercializa congelado principalmente a países asiáticos, aproximadamente en un 90%. En las costas del país existen 18 especies de calamares, correspondiendo ocho al Golfo de México y Mar Caribe, seis a las costas del Pacífico mexicano y cuatro a ambos mares; al parecer son más abundantes en el Pacífico, principalmente en las regiones oceánicas, donde también se comercializa tradicionalmente en forma de chorizo, salchicha o empacada como carne seca.

El calamar es un producto de alto valor nutricional, y puede aprovecharse casi en su totalidad, pues 75% de las partes del molusco son comestibles, después de quitarle las vísceras. Contiene proteínas como la albúmina, vitaminas del complejo B y minerales como el fósforo. Estas proteínas, en general baratas y de alta calidad biológica (debido a que poseen aminoácidos esenciales), se encuentran en el manto del calamar, el cual representa el 75% de su cuerpo. Las proteínas tienen los 10 aminoácidos esenciales para el organismo humano y sólo posee aproximadamente 1.5% de grasa. (SAGARPA).

Se ha observado que las fibras del manto tienen enzimas de tipo proteolítico, cuya actividad es mayor que en los mamíferos. Las enzimas proteolíticas encontradas son de dos tipos: las catepsinas y las calpainas. (Pearson and Young, 1989).

Las catepsinas son enzimas proteolíticas, cuyo pH óptimo de actividad se encuentra en condiciones ácidas. En la célula específicamente se encuentran en los lisosomas. Las calpainas son enzimas de carácter alcalino; existen dos tipos de calpainas, la Calpaina I y la Calpaina II, o también llamadas M-Calpaina y Q-Calpaina. Estas enzimas necesitan el ión calcio para ser activas. Ambos sistemas proteolíticos utilizan como sustrato las proteínas miofibrilares, las cuales dan estructura, forma y firmeza al músculo. Al ser estas proteínas alteradas, se pierde uniformidad, se genera liberación de ciertos aminoácidos que dan origen a aminas biogénicas, compuestos volátiles y se producen olores indeseables. Este es uno de los principales mecanismos bioquímicos de la descomposición de alimentos como son los productos marinos. Para el control de los procesos de descomposición, se emplean diversas tecnologías tradicionales, como las temperaturas de refrigeración o congelación, el salado, ahumado, entre otras. En los últimos años, algunos estudios reportan el empleo de inhibidores de proteasas de leguminosas y otras semillas, como los cereales o pseudocereales para su posible empleo como reguladores biológicos de esta actividad proteolítica endógena o exógena. Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre el proceso biológico del sistema inhibidores-enzimas proteolíticas. El presente artículo contiene una revisión teórica sobre los procesos de descomposición y tecnologías tradicionales de conservación de calamar (*Dosidicus gigas*), así como algunas propuestas reportadas en la literatura sobre el empleo de inhibidores enzimáticos en alimentos como el manto de calamar gigante.

Abstrac

Mexico there is a high production of the giant squid (*Dosidicus gigas*), which is commercially frozen mainly to Asian countries, approximately 90%. On the coast of the country there are 18 species of squid, corresponding eight to the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea, six to the Mexican Pacific Coast and

four to both seas; they are apparently more abundant in the Pacific, mainly in the oceanic regions, where it is also traditionally marketed in the form of chorizo, sausage or packaged as dry meat.

Squid is a product of high nutritional value, and can be used almost entirely, as 75% of the mollusc parts are edible, after removing the viscera. It contains proteins such as albumin, B-complex vitamins, and minerals such as phosphorus. These proteins, generally cheap and of high biological quality (because they possess essential amino acids), are found in the mantle of the squid, which represents 75% of its body. Proteins have the 10 amino acids essential to the human organism and only have about 1.5% fat. (SAGARPA).

It has been observed that the fibers of the mantle have enzymes of type proteolytic, whose activity is greater than in the mammals. The proteolytic enzymes found are of two types: the Catepsinas and the Calpainas. (Pearson and Young, 1989).

The catepsinas are proteolytic enzymes, whose optimal pH of activity is found in acidic conditions. In the cell are specifically found in the lysosomes. The calpainas are enzymes of an alkaline nature. There are two types of calpainas, Calpaina I and Calpaina II, or also called M-Calpaina and Q-Calpaina. These enzymes need the calcium ion to be active. Both proteolytic systems use myofibrillar proteins as a substrate, which give structure, shape and firmness to the muscle. If these proteins are altered, the uniformity is lost and are generated release of certain amino-acids that give rise to biogenic amines, volatile compounds and undesirable odors. This is one of the main biochemical mechanisms of decomposing food such as marine products. In recent years, some studies report the use of pulse protease inhibitors and other seeds, such as cereals or pseudocereals for their possible use as biological regulators of this endogenous or exogenous proteolytic activity.



However, it is necessary to carry out studies on the biological process of the proteolytic inhibitor-enzyme system. This article contains a theoretical review of the decomposition processes and traditional technologies of conservation of the giant squid (*Dosidicus gigas*), as well as some proposals reported in the literature on the use of enzyme inhibitors in foods like the squid mantle.

Introducción

En los animales se encuentra un gran número de enzimas distribuidas en diversos compartimientos celulares con funciones biológicas específicas; entre estas estructuras celulares destacan los lisosomas, que existen como parte de la célula muscular. Los músculos están integrados por un conjunto de fibras unidas a través de tejido conectivo, que a su vez está constituido por colágeno y elastina (Badui, 1990). Las enzimas participan en una gran cantidad de procesos biológicos en los alimentos. Por ejemplo, el calamar gigante es uno de los productos que tienen un acelerado proceso de descomposición debido, entre otras causas, a la gran cantidad de enzimas endógenas gástricas que son liberadas durante los procesos post-captura, principalmente si no se realizan adecuadamente.

Uno de los productos que se pueden obtener a partir de las proteínas de productos marinos como el calamar gigante, son los geles tipo surimi. Éstos se forman a partir de las proteínas y a través de un calentamiento gradual hasta alcanzar temperaturas de 50°C-70°C. Sin embargo, las proteasas tanto endógenas como exógenas (producto del metabolismo microbiano) pueden provocar cambios en la estructura del gel, e.g. el fenómeno modori implica la desintegración estructural del gel que se manifiesta en una pérdida del esfuerzo de cizallamiento a la rotura y la deformación de la rotura de los geles de surimi. Este efecto se asocia con proteasas endógenas termoestables que se activan a temperaturas entre 50°C y 70°C y que degradan rápidamente a la molécula de la miosina pesada. Otros autores sugieren que el efecto o fenómeno modori puede tener un origen diferente al proteolítico, debido a la presencia de proteínas no enzimáticas presentes en el surimi. La activación de las proteasas asociadas con el modori varía según la especie. También se ha observado en algunas especies del golfo de México (Ramos-Martínez y col., 1999).

El calamar (*Loligo vulgaris*) es un molusco cefalópodo (pies en la cabeza) clasificado dentro de los decápodos, y perteneciente a la familia Loliginidae. A nivel nutricional, el aporte energético del calamar es moderado. Es rico en proteínas de alto valor biológico y en ácidos grasos poliinsaturados omega 3. Es rico en minerales, sobre todo en selenio, fósforo, yodo y hierro, con respecto a las vitaminas, aporta cantidades significativas de vitamina B12, vitamina E, así como cantidades moderadas de niacina. El calamar es una especie que no es ampliamente explotada en México a pesar de sus excelentes características nutricionales. Debido a que tiene una abundancia relativamente alta en aguas mexicanas, es necesario buscar tecnologías novedosas para utilizar este recurso. Asimismo, es necesario realizar estudios con otros productos marinos que son una fuente de proteínas de alto valor biológico, los cuales generalmente son desconocidos o sub-utilizados.

1. El Calamar

Los tétidos o mejor conocidos como calamares, son una orden de moluscos carnívoros e invertebrados llamados cefalópodos. Se dividen en dos órdenes, de acuerdo con el número de brazos que presentan los organismos: los

Decabranchia o decápodos y los *Octobranchia* u octópodos. Tienen un par de branquias y un sistema circulatorio formado por un corazón sistémico y dos corazones branquiales. La mandíbula del calamar contiene una especie de cinta llamada rádula, que se usa para raspar alimentos. El cuerpo del calamar es cilíndrico, comprimido y está formado por dos regiones: la “cabeza” que es la más cercana a los brazos, contiene los ojos y la boca (Figura 1). El “manto” se extiende por encima de ella, dentro del cual se encuentran los aparatos y sistemas. Esta especie se localiza por lo general en aguas poco profundas, aunque también se pueden habitar grandes profundidades. Realiza migraciones de acercamiento a las costas (Eroski, 2017).

Los calamares son carnívoros, se alimentan desde pequeñas larvas y organismos del plancton, hasta peces como sardina, anchoveta y macarela. Entre las principales especies de calamar encontradas en el Golfo de México se tiene al “calamar de Peal” (*Loligo pealii*); en el Golfo de California, el “calamar opalino” (*Loligo opalescens*) y el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) que es una especie habitual del Pacífico, encontrándose desde las costas de los Estados Unidos hasta las costas de Chile, siendo las zonas de mayor producción frente a las costas de Perú y México.

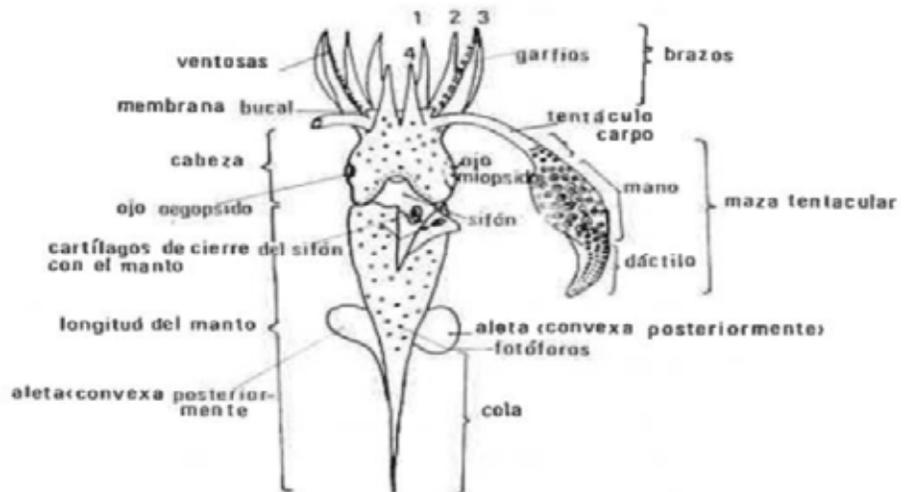


Figura 1

Calamar gigante (*Dosidicus gigas*)

2. Composición del calamar

La composición química del músculo de varias especies de calamar (entre ellas *Dosidicus gigas*) indica que los compuestos nitrogenados no proteicos representan alrededor del 37% del total de compuestos nitrogenados incluida la proteína; esta fracción está compuesta principalmente de 300-1300 mg/100 g de óxido de trimetilamina (OTMA), así como de productos de su metabolismo. Otros compuestos como las aminas, el cloruro de amonio, aminoácidos libres y sobre todo octopina se encuentran en concentraciones de 450-1110 mg/100 g, arginina (hasta 600 mg/100 g), además de glicina, alanina, betaínas y nucleótidos, todos estos compuestos considerados como precursores de sabor. En cuanto a la composición lipídica del manto, se encuentra principalmente constituida por fosfolípidos y colesterol alrededor del 4%. La composición de ácidos grasos ha sido encontrada muy similar a la de los tejidos de peces magros o blancos como la lisa y el lenguado (Sikorski, 1986).

3. Consumo de calamar en México

De las especies de calamar, la *Dosidicus gigas* se explota en forma comercial en México y su captura se registra y se realiza de manera oficial en el Golfo de California, y se descarga en los puertos de Mazatlán, Sinaloa; Santa Rosalía, Baja California Sur, y Guaymas, Sonora. El atractivo comercial del calamar gigante radica en su gran abundancia y en la calidad y contenido nutritivo de su músculo. Sin embargo, el consumo nacional de calamar es bajo, debido a que ha sido poco difundido, a pesar de las características benéficas mencionadas y de su bajo precio (Salinas y col., 2004).

El escaso consumo en el país de este tipo de productos pesqueros está relacionado con factores como los malos hábitos alimenticios, el poco o nulo conocimiento sobre las características nutricionales de los pescados y mariscos (motivado principalmente por la falta de promoción para la ingesta de este tipo de alimentos), la estacionalidad en el consumo de productos de origen marino (que se concentra principalmente en época de cuaresma y fin de año) y el estrato socioeconómico.

El calamar gigante es un producto que puede satisfacer las exigencias actuales de los consumidores, quienes en los últimos años han mostrado un mayor interés por la salud, lo que hace que se presenten interesantes oportunidades en estos segmentos. De igual forma, se tiene un incremento en el hábito de utilizar productos listos para consumirse y que se consideren saludables (Luna y col., 2006).

4. Descomposición de los productos marinos

Los pescados y los productos del mar en general son alimentos que se descomponen rápidamente, por lo cual su vida útil es corta, sobre todo en condiciones inadecuadas, por ejemplo de almacenamiento. Durante los procesos de post-captura, una vez que el pez muere, se inician los cambios bioquímicos provocados por la descomposición. Se presentan reacciones bioquímicas en los tejidos y empiezan a multiplicarse los microorganismos de la putrefacción. Se deteriora el olor, el gusto y el aspecto general se va haciendo desagradable, hasta que el producto resulta incomedible y en algunos casos nocivo a la salud humana (alimento no inocuo).



La descomposición de los alimentos es un concepto muy amplio, que cubre diversas modificaciones en las características originales, de acuerdo con criterios específicos de los consumidores; estos cambios sobrepasan los límites por ejemplo de inocuidad.

Aun cuando es necesario un análisis detallado desde diversos enfoques bioquímicos, químicos, microbiológicos, genéticos, entre otros, en general los cambios que tiene lugar en pescados durante la descomposición pueden dividirse en dos grupos: cambios bioquímicos y microbiológicos. Éstos tienen lugar en los tejidos de los peces después de la captura y dependen significativamente de factores que afectan, por ejemplo, la concentración

de sustratos y metabolitos en los tejidos de los peces vivos, la actividad de las enzimas endógenas, la contaminación microbiana y las condiciones de la captura y almacenamiento.

Los cambios bioquímicos que tienen lugar post-mortem afectan los principales componentes químicos de los tejidos y provocan diversas alteraciones estructurales, como diferentes grados de desintegración de la micromorfología muscular. Esta degradación de los diferentes componentes de la piel y músculos conduce al gradual envejecimiento y deterioro de pescados y mariscos (Sikorski, 1990).

5. Procesado y conservación de productos marinos

5.1 Conservación de productos de marinos

Si se enfrían debidamente, todas las especies de productos marinos pueden mantenerse frescas durante más tiempo que las que no se someten a ningún método de conservación. Por consiguiente, el uso de técnicas de enfriamiento, como la aplicación de hielo, posibilita un aumento efectivo en la duración de los productos de la pesca y permite acrecentar las capturas.

5.2 Categorización

La categorización se realiza de acuerdo con la especie y el tamaño, así como con la separación del pescado que está alterado o que no es apto para el consumo. Se utilizan máquinas categorizadoras que incrementan el rendimiento industrial del procesado mecanizado. El calamar se categoriza tomando como referencia un grosor máximo, que se correlaciona con la longitud de las piezas (Aubourg, 2016).

5.3. Refrigeración en hielo

Para la conservación del pescado fresco, desde su pesca hasta su exhibición y consumo, debe ser acondicionado en las bodegas de los barcos pesqueros

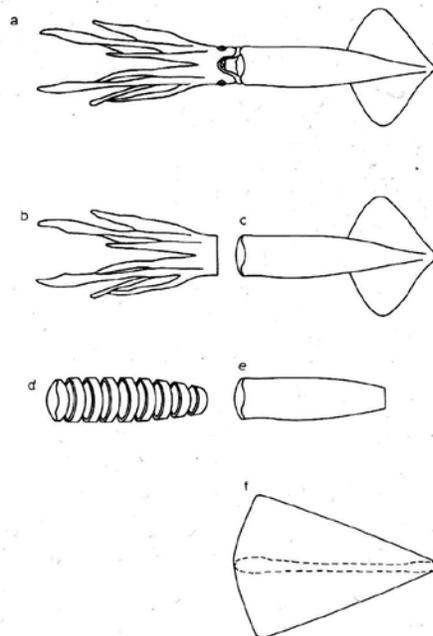


Figura 2

Esquema del procesado inicial de los calamares. (a) Entero; (b) Tentáculos con corona; (c) Tubo; (d) Rodajas; (e) Manto.

con hielo molido o hielo en escamas. Dicha acción provoca que el pescado se enfríe, pero no se congele. Una vez en tierra, se le debe disponer en cajones o en envases, distribuyendo el hielo por debajo y por encima. Cuando el pescado llega a la pescadería se almacena en cámaras de frío, pero sin congelarlo.

5.4 Congelación

La industria de la alimentación ha desarrollado cada vez más las técnicas de congelación para una gran variedad de alimentos: frutas, verduras, carnes y pescados. El fundamento de la congelación es someter a los alimentos a temperaturas iguales o inferiores a las necesarias para su mantenimiento, a fin de congelar la mayor parte posible del agua que contienen. Prácticamente no se pierden vitaminas ni minerales, debido a que la congelación no afecta ni a las proteínas ni a los minerales que contienen.

5.4.1 Conservas de pescado

Se conocen comúnmente como pescados enlatados y son pescados envasados en recipientes herméticamente cerrados, sometidos a un tratamiento térmico suficiente para garantizar su conservación y seguridad durante un almacenamiento prolongado a temperatura ambiente. Este método de conservación se aplica por lo general a pescados grasos, especialmente sardinas, túnidos, y mariscos (principalmente mejillones, berberechos, navajas y cefalópodos). El proceso industrial no altera la composición nutricional del alimento, por lo que mantiene todas sus vitaminas y minerales intactos. Dado que al interior de la lata el contenido no recibe la luz, los nutrientes fotosensibles (vitaminas A, K y ácidos fólicos) no se pierden con el paso del tiempo (Prasanna y col. 2017).



6. Empleo de inhibidores enzimáticos en la conservación de productos marinos

6.1 Leguminosas

La familia de las leguminosas es la tercera más importante dentro del reino vegetal, con 650 géneros y 18,000 especies que crecen en todos los medios y regiones climáticas. Sin embargo, solamente se utilizan alrededor de 20 especies de manera regular en la alimentación humana, animal y en la industria oleaginosa. Este grupo vegetal se distingue por su habilidad de fijar nitrógeno atmosférico en asociación con bacterias y transferirlo al suelo para convertirlo en proteína. Las semillas de leguminosas son el segundo grupo alimenticio en importancia para humanos y animales después de los cereales, y son de dos a tres veces más ricas en proteína que éstos.

La mayoría de las semillas de leguminosas son usadas principalmente para consumo humano, aun cuando algunas son producidas para la alimentación animal, como es el caso de los lupinos. Otras son cultivadas con fines industriales, como la soya, usada principalmente para la extracción del aceite, y cuya harina es empleada en la alimentación animal. Además de las

semillas secas, de las que en algunas regiones se utilizan los granos tiernos y los ejotes, así como las hojas, ya sea para consumo humano o como forraje (Olmedillo y col., 2010).

6.2 Enzimas



Se trata de un grupo muy especial de proteínas globulares que cumplen la función de biocatalizadores, lo que significa que en su presencia se requiere de muy poca energía para que se lleve a cabo una determinada reacción química que puede ser de síntesis, hidrólisis o transformación, y aunque participa en la reacción, no se disminuye su concentración y su velocidad de reacción. Su importancia en la naturaleza es tal, que prácticamente todas las reacciones bioquímicas que ocurren en los sistemas biológicos son mediadas por éstas.

Las enzimas están compuestas no solamente por aminoácidos, sino también tienen partes no proteicas (grupo prostético) que se conocen como factores, por ejemplo un metal o alguna vitamina. Cabe destacar que para que una enzima sea activa, debe tener en su conformación nativa la presencia de su cofactor. Si no lo tiene o bien se encuentra deformada a causa de la

exposición, por ejemplo a un pH o concentración salina diferente a la óptima, o por la exposición a un calentamiento moderado, su actividad si bien disminuye, puede ser incluso nula (Mendoza y Clavo, 2010).

6.3 Enzimas endógenas en los alimentos

Todos los productos alimenticios contienen un gran número de enzimas, que en los tejidos animal y vegetal solo actúan cuando el orden celular así lo requiere; sin embargo, si estos tejidos se rompen, las enzimas se liberan de los compartimientos en los que se encuentran y se ponen en contacto directo con el sustrato correspondiente para formar diversos productos bioquímicos. Dentro de una célula existen diversos organelos que desempeñan funciones biológicas características, y cuyas enzimas se encuentran generalmente unidas a las membranas correspondientes; tal es el caso de la mitocondria, los lisosomas, etcétera. Por ejemplo, en los lisosomas del músculo existe una gran cantidad de hidrolasas que actúan mejor en condiciones ácidas, entre las que destacan las catepsinas; los lisosomas liberan sus enzimas por rompimiento de las membranas celulares cuando se someten a temperaturas bajas, con la consecuente liberación de enzimas.

6.4 Actividad enzimática

La actividad enzimática depende de diversos aspectos bioquímicos, como la conformación estructural; cualquier condición que afecte su estructura nativa y la desnaturalice, hará que su actividad se pierda; entre esos factores está la temperatura, el pH, etcétera.

6.5 Efecto de la temperatura en la actividad enzimática

Al igual que cualquier reacción, el aumento de temperatura hace que ocurra más rápidamente: si se incrementa la temperatura en 10°C, la velocidad de reacción enzimática se duplica. Sin embargo, para el caso de las enzimas, la

velocidad máxima de reacción ocurre alrededor de los 37°C de temperatura y tras rebasarla, disminuye a causa de la desnaturalización (que comienza a partir de los 40°C a 45°C). Además, cada enzima tiene una temperatura de reacción óptima, por encima y por debajo de la cual se reduce su poder catalítico. Si el aumento de temperatura es drástico, por encima de los 60°C, la desnaturalización suele ser irreversible, en tanto que con cambios moderados suele ser reversible, recuperando el poder catalítico al descender la temperatura a niveles óptimos. Cuando un alimento se encuentra almacenado en congelación, la temperatura estará muy lejos del valor óptimo, aunque debido a que las enzimas requieren generalmente de poca energía para llevar a cabo una reacción, no se detienen. Un obstáculo al que se enfrentan las reacciones enzimáticas a 18°C es la transferencia de masa, lo que dificulta que entre en contacto la enzima con el sustrato, obstáculo que desaparece durante la descongelación (Mendoza y Clavo, 2010).

6.6 Efecto del pH en la actividad enzimática

Otro factor crucial para la actividad enzimática es el pH. Cada enzima tiene un valor de pH óptimo, es decir al cual tiene su máximo poder catalítico. Al igual que ocurre respecto a la temperatura, por encima y por debajo de este su actividad disminuye. Una de las principales razones por las que los pescados y mariscos se descomponen con más facilidad en comparación con la carne de res, es el nivel de pH. Mientras que los productos del mar tienen valores cercanos a pH = 6.3, la carne alcanza valores de alrededor de pH= 5.6. Esto significa que las condiciones son óptimas para el crecimiento microbiano en el pescado, cuyo metabolismo depende las reacciones enzimáticas (Mendoza y Clavo, 2010).

6.7 Inhibidor enzimático

Un inhibidor enzimático es un compuesto que impide que alguna o algunas enzimas tengan actividad biológica. Este tipo de compuestos son específicos, pueden inhibir a un grupo determinado de enzimas pero no tener una actividad sobre otras. (Mendoza y Clavo, 2010).

6.8 Inhibidores de proteasas

Algunos autores definen estos factores como compuestos termo-lábiles de naturaleza proteica, que alteran la digestión de las proteínas, inhibiendo la acción de las enzimas digestivas que se enfocan hacia la hidrólisis de las proteínas de los alimentos de la dieta. Los más conocidos son los que reaccionan con proteasas de serina, como la tripsina y la quimotripsina. Los inhibidores de proteasas son los factores antinutricionales más conocidos, encontrados principalmente en semillas crudas de leguminosas. También están contenidos en otros alimentos, como huevos, leche, productos lácteos y papas. Se ha estudiado la presencia de este factor principalmente en el ovomucoide de los huevos de aves, el amaranto, la soya y el frijol. Por otra parte, autores como García-Carreño y Hernández-Cortés (2000) definen un inhibidor enzimático como cualquier sustancia con capacidad de reducir la velocidad de una reacción catalizada por una enzima. Minor (2017) y Otlowski (2005) mencionan que los inhibidores enzimáticos forman complejos de proteína-proteína y se tienen reportadas al menos 48 familias con capacidad para reducir la actividad de serin, cistein, metalo y aspartato proteasas.

Se identifican diez familias de inhibidores de proteasas en función de la secuencia de aminoácidos que las conforman, siendo tres las más ampliamente

distribuidas: las familias Bowman-Birk (que actúan uniéndose a la tripsina y quimo tripsina), y Kunitz (que actúan uniéndose en forma preferente a la tripsina). El efecto más importante de los inhibidores de proteasas es la inhabilitación del crecimiento, producida principalmente por la inactivación de la tripsina y la quimotripsina, debido a la formación de complejos estables e inactivos (Elizalde y col., 2009).

Conclusiones

El calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es un producto marino que se produce en elevadas cantidades en las costas de México. Sin embargo, no se aprovecha todo su potencial para el consumo humano, debido entre otras causas a su elevada velocidad de descomposición, provocada entre otras causas por la alta concentración y actividad de enzimas endógenas. Los inhibidores de proteasas de leguminosas y otras semillas como los cereales o pseudocereales, pueden utilizarse como reguladores biológicos de esta actividad proteolítica. Es necesario optimizar esta tecnología de conservación con estudios sobre el proceso bioquímico de los sistemas inhibidores-enzimas proteolíticas.

Bibliografía

- Aubourg, S.P. (2016). "Fish: Processing". Editor(s): Benjamin Caballero, Paul M. Finglas, Fidel Toldrá, *Encyclopedia of Food and Health, Academic Press*, pp. 710-715, ISBN 9780123849533.
- Badui, S. (1990). *Química de los alimentos*. México: Alhambra Mexicana.
- Elizalde, A.; Porrilla, Y., y Chaparro, D. (2009). "Factores antinutricionales en semillas". *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, Volumen 7, pp. 46-53.
- Eroski Consumer. (2017). Pescados y mariscos. Guía práctica sobre pescados. Recuperado de <http://pescadosymariscos.consumer.es/#informacion>.
- Kolodziejka, I. y Sikorski, Z. E. (1996). Neutral and alkaline muscle proteases of marine fish and invertebrates: a review. *Journal of Food Biochemistry*.
- García-Carreño y Hernández-Córtes, P. (2000). Use of protease inhibitors in seafood products. En: *Seafood enzymes. Utilization and influence on postharvest seafood quality*. Editores: Haard, N.F. y Simpson, B.K. Editorial Haard & Simpson.
- Luna, M.; Urciaga, J.; Salinas, C., Cisneros, M. y Beltrán L. (2006). Diagnóstico del consumo del calamar gigante en México y en Sonora. *omía, Sociedad y Territorio*, vol. Economía, Sociedad y Territorio, VI N°22, pp. 535-560.
- Mendoza, E. y Clavo, C. (2010). *Bromatología: composición y propiedades de los alimentos*. México: Mc Graw Hill
- Minor, P.H. (2017). Effecto of soybean flour (Glycine max) and its inhibitors enzyme on endogenous protease activity in surimi-like gel elaborated with jumbo squire (*Dosidicus gigas*) during the storage at 4°C and 10°C. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. 6 (11): 39-56
- Otlewski, J.; Jelen, F.; Zakrzwska y Oleksy, A. (2005). The many faces of protease-protein inhibitor interaction. *European Molecular Biology Organization*. 24 (7): 1303-1310
- Prasanna, M.B.; Arabinda, M.; Satabdi, G.; Tandrima, M.; Kuranakaran, D., y Anandan, R. (2017). Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. *Food Chemistry*.
- Ramos M., Morales G., Ramírez F., García J. y Montejano G. (1999). Determinación de la presencia y el origen del fenómeno modori en surimi de cinco especies de pescado del Golfo de México. Marzo 7, 2017, de CSIC Sitio web:<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/108201329900500505?journalCode=fsta>
- Salinas, C.; Aragón, E. y Luna, M. 2008. *Análisis del consumo de calamar gigante en el noroeste de México*. Febrero 2017, de CIBNOR.
- Sikorsky, Z.E. y Kolodziejska, L. (1986). The composition and properties of squid meat. *Food Chemistry*, 20:213-224