

AFINIDAD

REVISTA DE QUÍMICA TEÓRICA Y APLICADA
EDITADA POR LA ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS E INGENIEROS
DEL INSTITUTO QUÍMICO DE SARRIÁ

Influencia del congelado y enlatado sobre las propiedades del color, textura y estabilidad térmica de congrio dorado (Genypterus blacodes)

Lilian Abugoch¹, Vilma Quitral², Julia Vinagre²; M. Angélica Larrain² y Augusto Castro³

¹Dpto. Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas,
Universidad de Chile. Casilla 233 Santiago 1 Chile

²Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile

³Ingeniero de Alimentos. Universidad de Chile

*Influence of Frozen and Canned Storage on the Parameters of Color, Texture and Thermal Stability of Golden Kinglip
(Genypterus blacodes)*

*Influència del congelat i enllaunat sobre les propietats del color, textura i estabilitat tèrmica de congre daurat
(Genypterus blacodes)*

Recibido: 4 de septiembre de 2006; revisado: 1 de marzo de 2007; aceptado: 8 de mayo de 2007

Influencia del congelado y enlatado sobre las propiedades del color, textura y estabilidad térmica de congrio dorado (Genypterus blacodes)

Lilian Abugoch¹, Vilma Quitral², Julia Vinagre²; M. Angélica Larrain² y Augusto Castro³

¹Dpto. Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Casilla 233 Santiago 1 Chile

²Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile

³Ingeniero de Alimentos. Universidad de Chile

Influence of Frozen and Canned Storage on the Parameters of Color, Texture and Thermal Stability of Golden Kinglip (Genypterus blacodes)

Influència del congelat i enllaunat sobre les propietats del color, textura i estabilitat tèrmica de congri daurat (Genypterus blacodes)

Recibido: 4 de septiembre de 2006; revisado: 1 de marzo de 2007; aceptado: 8 de mayo de 2007

RESUMEN

Se evaluaron los cambios en el color, textura y estabilidad térmica en congrio dorado (*Genypterus blacodes*) almacenado por 6 meses a -18 y -30 °C y en conserva. La blancura y la luminosidad del pescado congelado y en conserva aumentaron, pero no se produjeron cambios significativos en los valores L, a, b ($p > 0,05$) en el congelado. La medida de esfuerzo para el congelado entregó valores de 82,5 N a 124,9 N, en el módulo de elasticidad se observó una pérdida de elasticidad a través del tiempo, con un valor inicial de 29,1 N/cm² y uno final de 22,1 N/cm². En las conservas se ve un drástico aumento en la elasticidad del congrio dorado con valores que van entre 59,5 N/cm² y 675 N/cm² y el esfuerzo de cizalla aumentó de 29,9 N/cm² a 53,4 N/cm². En la determinación de "dripping" (exudado por presión) se produce el mayor cambio al primer mes de congelado, posteriormente se mantiene constante. En lo referente a la evolución en las proteínas vistas por el DSC, existe un deterioro debido al congelado por 6 meses de almacenamiento, siendo mayor el deterioro a -18 °C que a -30 °C, demostrado por los valores de entalpía, que son menores que al estado fresco.

Palabras claves: Congrio dorado. Pescado congelado. Pescado enlatado. DSC. Textura. Color.

SUMMARY

Changes in color, texture and thermal stability were determined for the golden kinglip species (*Genypterus*

blacodes) frozen and stored at -18 °C and -30 °C for 6 months. In golden kinglip canned fish, these parameters were measured after 3 months of storage in two different filling media. In frozen and canned fish, color parameters did not increase significantly in L, a, b values ($p > 0.05$). Compression strength measurements gave for the frozen fish values of 82.5 N to 124.9 N. Furthermore it was observed a decrease on the elasticity module through the time, being determined an initial value of 29.1 N/cm² and a final of 22.1 N/cm². In canned samples a great increase on the golden kinglip was observed being measured, values between 59.5 to 675 N/cm². The compression strength increased from 29.9 to 53.4 N/cm² to N/cm². In the determination of "dripping" (exudates by pressure) the greater change on "dripping" was observed during the first month of frozen, being subsequently appreciated a constant values at -18 °C and 30 °C. Thermal properties of protein measured by DSC, it was determined a deterioration due to frozen during by the 6 months, being greater deterioration to -18 °C than to -30 °C, demonstrated by the values of enthalpy, which were lower than those at fresh state.

Key words: Golden kinglip. Frozen fish. Canned fish. DSC. Texture. Color.

¹ E-mail: labugoch@uchile.cl

RESUM

S'avaluen els canvis en el color, textura i estabilitat tèrmica del congri daurat (*Genypterus blacodes*) emmagatzemat per 6 mesos a -18 i -30 °C i en conserva. La blancor i la lluminositat del peix congelat i en conserva augmenten, però no es produeixen canvis significatius en els valors L, a, b ($p > 0,05$) en el congelat. La mesura d'esforç per al congelat rendeix valors de 82,5 N a 124,9 N; en el mòdul d'elasticitat s'observa una pèrdua d'elasticitat a través del temps, amb un valor inicial de 29,1 N/cm² i un valor final de 22,1 N/cm². En les conserves, s'observa un dràstic augment en l'elasticitat del congri daurat amb valors que van entre 59,5 N/cm² i 675 N/cm² i l'esforç de cisalla augmenta de 29,9 N/cm² a 53,4 N/cm². En la determinació de "dripping" (exsudat per pressió), es produeix el major canvi al primer mes de congelació, però posteriorment es manté constant. Pel que es refereix a l'evolució en les proteïnes vistes pel DSC, existeix un deteriorament degut a la congelació als 6 mesos d'emmagatzematge, essent major el deteriorament a -18 °C que a -30 °C, demostrant pels valors d'entalpia que són menors que a l'estat fresc.

Mots clau: Congri daurat. Peix congelat. Peix enllauant. DSC. Textura. Color.

INTRODUCCIÓ

La exportació de productes del mar congelats ha tingut un fort augment a Chile, experimentant un augment en l'any 2005 de un 30%, amb respecte a l'any anterior⁽¹⁾. El congri daurat (*Genypterus blacodes*) és un peix demersal que habita entre els 50 m i els 500 m de profunditat, la seva distribució geogràfica es troba entre Coquimbo (30 L.S.) i el Cabo de Hornos (57 L.S.), conegut també com a abadejo manchado, rosada i en anglès king clip o pink cuskee. Per a aquest recurs no hi ha antecedents de la seva qualitat funcional abans i després de aplicar processos a baixes o altes temperatures. Les característiques funcionals i texturals de les carnes depenen principalment de les proteïnes miofibril·lars, sent aquesta dependència més important per al múscul de peix que per al múscul de mamíferos, a causa de la seva baixa contingut de col·lagen⁽²⁾. Les alteracions de les proteïnes del múscul de peix i de les seves propietats fisicoquímiques tenen lloc com a resultat de la congelació i l'emmagatzematge congelat i aplicació de altes temperatures. La vida útil dels peixos congelats és molt variable perquè depèn de factors intrínsecs tals com l'espècie, l'estació de l'any i també factors tecnològics com la velocitat de congelació i temperatura d'emmagatzematge⁽³⁾. La textura d'aquests productes processats és, a part del color, un factor de qualitat d'importància econòmica vital per a l'indústria del peix. Existeixen eines analítiques com la calorimetria diferencial de barrido (DSC) que permet mesurar l'energia subministrada a una matèria i a un material de referència en funció del temps o la temperatura mentre que els mateixos són sotmesos a un programa de calentament, ofereix un mètode directe d'estudi de les transformacions de la proteïna del múscul *in situ*⁽⁴⁾, ja que aquesta tècnica ofereix un mitjà de mesurar l'estabilitat tèrmica de les proteïnes en sistemes enters, encara que les mostres provenen de sistemes complexos de proteïna tal com el múscul⁽⁵⁾. El interès d'aquest estudi preliminar, va determinar com varia a través del temps, la qualitat considerant els paràmetres color, textura, i avaluar l'estat de les proteïnes miofibril·lars del congri daurat (*Genypterus blacodes*), quan ha estat sotmesa a processos de conservació per congelació (-18 i -30 °C) o per tractament tèrmic sever (121 °C) durant 30 minuts.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se trabajó con congri dorado (*Genypterus blacodes*), las muestras se obtuvieron en la época de invierno en el hemisferio sur al estado fresco refrigerado y ya fileteados en el Terminal Pesquero de Santiago con un tiempo estimado de captura de 24 horas, durante Julio. Cada individuo eviscerado pesó alrededor de 5,5 kg. Para realizar el estudio, se utilizaron seis individuos de los cuales tres se destinaron para los estudios a bajas temperaturas y los otros tres para el estudio en conservas. Los individuos que se destinaron a bajas temperaturas se dividieron en dos filetes, el primero para el estudio a -18 °C y el segundo para -30 °C y cada filete fue troceado en 7 partes para su análisis a tiempo 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 meses respectivamente. Los estudios realizados a los filetes congelados fueron la calorimetría diferencial de barrido (DSC), los cambios de color, la textura y el exudado. Los filetes para conservas fueron divididos en conservas con agua destilada y conservas en salmuera 2%, en ambas conservas se controlaron los parámetros de color y textura, luego de 3 meses de almacenamiento a temperatura ambiente (± 20 °C).

CONGELADO

Las muestras antes mencionadas, se envasaron en bolsas dobles de polietileno selladas y se congelaron ya sea a -18 ó -30 °C, para lo cual se utilizaron cámaras de frío estáticas. Las muestras fueron descongeladas a temperatura de refrigeración (4 - 5 °C) durante 24 horas antes de realizar los análisis correspondientes.

CONSERVA

Se elaboraron 6 conservas de las cuales tres se envasaron usando como líquido de cobertura agua destilada y las otras tres se llenaron con salmuera al 2% como líquido de cobertura, utilizando para ello tarros salmoneos con barniz epoxifenólico. Se procedió a someter a baño maría por 20 minutos las conservas de pescado, sin líquido de cobertura, para eliminar la grasa y coagular las proteínas, luego se eliminó el líquido por inversión del envase. Posteriormente se agregó el líquido de cobertura a 90 °C, luego se selló y autoclavó a 121 °C durante 30 min, se enfrió en agua clorada y se almacenaron las conservas durante 3 meses antes de efectuar los análisis correspondientes.

Color

Las pruebas de medición triparamétrica del color se efectuaron en un espectro colorímetro HunterLab Labscan2 SN-14177. La muestra se extrajo siempre del mismo sector del trozo del filete congelado para evitar variación por cambio del tejido⁽⁶⁾. Luego se removió una capa superficial de tejido correspondiente a una tela de tejido conectivo que recubre la carne del pescado, posteriormente se procedió a extraer la muestra de 5 cm de diámetro y 2,5 cm de alto la cual se colocó en la celda de medición. Se midió el valor en la muestra entera y en muestras molidas y almacenadas a -18 i -30 °C, obteniéndose los parámetros L (% reflectancia, R), a, b como asimismo el espectro de reflexión de la muestra y posteriormente fueron analizados los resultados. Se entenderá que mientras más cercano a 100 sea el valor de L significa que la reflexión es mayor, siendo el blanco perfecto aquel valor neutro o acromático que refleja el 100% de la luz incidente (100 % R). Para evaluar el parámetro de blancura (W) se calculó mediante la fórmula:

$$W = 100 - [(100-L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2} \quad (7)$$

Textura

Las propiedades texturales se realizaron en un texturómetro marca Lloyd modelo LR5K y las propiedades evaluadas fueron: fuerza de cizalla (SS), fuerza de compresión (CS) y módulo de elasticidad (MG) del material. Estas pruebas se realizaron de acuerdo a Lee⁽⁶⁾ y según a Owusu-Ansah y Hultin⁽⁶⁾.

Fuerza de cizalla (SS): se utilizaron cilindros obtenidos al azar de congrio dorado de 2 cm de diámetro y 2 cm de largo, los cuales se colocaron sobre el costado en la prensa; un cuchillo en v cortó una sección del cilindro a una velocidad de 25,4 cm/min, registrándose la fuerza máxima que opone al corte la muestra, realizándose tres repeticiones por muestra, para así lograr una buena reproducibilidad las unidades de SS se expresan en N/cm²⁽⁶⁾.

Fuerza de compresión (CS): se cortaron al azar cilindros de congrio dorado de 2 cm de alto por 2 cm de diámetro. La compresión aplicada a los cilindros es del 90 % a una velocidad de 12,7 cm/min la CS se expresa en N. Este ensayo se realizó por triplicado⁽⁶⁾.

Módulo de elasticidad (MG): se calculó a partir de la prueba de fuerza de compresión, lo que corresponde a la tensión para la curva de fuerza de deformación se expresa en N/cm²⁽¹⁰⁾.

Exudado por presión ("dripping"): se utilizó la técnica de medición de "dripping" de Wierbicki y Deatherage⁽¹¹⁾ modificada, se utilizaron cilindros de 2 cm de alto por 2 cm de diámetro, los cuales se colocaron sobre un papel filtro whatman N° 2 el cual absorbe el líquido exudado y permite cuantificarlo gravimétricamente. La compresión realizada en los cilindros fue del 90 % a una velocidad de 12,7 cm/min, siendo el parámetro medido la diferencia de peso en el papel filtro whatman N° 2 antes y después de la compresión. El papel en que se recibe el exudado es mantenido en desecador 24 horas antes y se pesó en balanza analítica, antes y después de la compresión. Las medidas fueron realizadas en un texturómetro marca Lloyd modelo LR5K. El resultado se expresa como % de líquido exudado.

Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

Se tomó una muestra de cada uno de los tres individuos tanto de los congelados a -18 °C como a -30°C, los cuales se desmenuzaron obteniendo las fibrillas del músculo las que se usaron para la medición de calorimetría. Los análisis de calorimetría diferencial de barrido se realizaron tomando muestras entre 10 a 15 mg ± 0,01 mg, las cuales fueron selladas en cápsulas para muestras volátiles Perkin Elmer. Como referencia se utilizó una cápsula con aire. Las muestras fueron calentadas a 10 °C/min en un rango de 0 °C a 97 °C en un instrumento con sensibilidad de 0,1 o 0,2 mcal/s⁽¹²⁾.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el software Statgraphics 4.0, se determinó análisis de varianza multifactorial ($p < 0.05$) y comparación múltiple de medias por el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variación del color según parámetros Hunter

Luminosidad

En la Fig. 1 es posible observar la luminosidad (L^* , expresada como % de reflectancia, R) en los filetes de congrio dorado en los diferentes tiempos de almacenamiento, se

observó que a tiempo cero se obtuvo un valor de 66,1, como se puede ver (Fig. 1) la luminosidad no cambia significativamente con el tiempo de almacenamiento ($p > 0,05$), el valor máximo correspondió al estado fresco de 64,7 y un mínimo al terminar el período de 58,5 para la muestra a -18 °C y 59,2 para la muestra a -30 °C, por otra parte la temperatura de almacenamiento congelado (-18 °C y -30 °C) no influyó en la calidad ($p > 0,05$), pero sí hay diferencias desde el estado fresco al congelado en el sexto mes ($p < 0,05$).

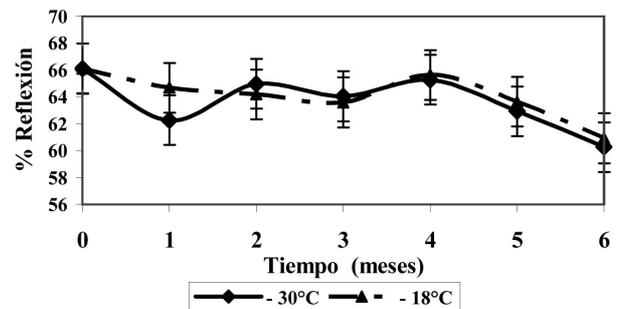


Figura 1. Evolución de la luminosidad (% R) en el tiempo de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) congelado a -18 °C y -30 °C.

En la Fig. 2 se puede observar el cambio de la luminosidad o claridad para el congrio cuando ha sido sometido a altas temperaturas (conservas) en dos líquidos de cobertura diferentes, la naturaleza de éste tiene leve influencia, ya que las conservas en líquido de cobertura de agua destilada son más luminosas o claras (77,5) que aquellas en que el líquido de cobertura es salmuera 2% (74,5). Mientras que el pescado fresco tiene menor luminosidad o claridad (67,6). Comparando el congrio dorado con el alaska pollock (*Theragra chalcogramma*), éste último no muestra grandes cambios al ser sometido a 93 °C por 120 minutos⁽¹³⁾. Estudios realizados en conservas de salmón indican que la luminosidad aumentó a valores que van desde 70,38 a 71,72 respecto a la materia prima que presentó un valor de 56,52⁽¹⁴⁾. Por efecto de las altas temperaturas aplicadas durante la elaboración de conservas, se disuelven componentes del músculo del pescado y migran hacia el líquido de cobertura, que originalmente es incoloro y después adquiere la coloración del pescado.

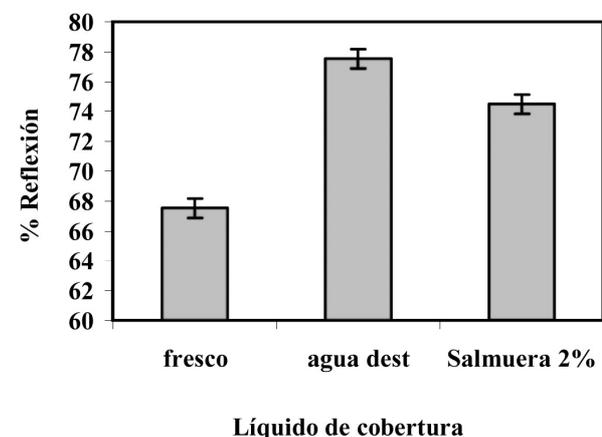


Figura 2. Luminosidad (% R) de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en conservas según el líquido de cobertura.

Blancura

En la Fig. 3 se presentan los valores promedio de la blancura del músculo congelado $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, se puede observar que la blancura cayó desde el estado fresco al congelado, en cambio la temperatura no tuvo efecto. La literatura señala para otras especies de carne blanca como la caballa valores de blancura de 51,7⁽⁷⁾, lo que estaría indicando que aún al final del almacenamiento congelado, la blancura del congrio dorado es mayor.

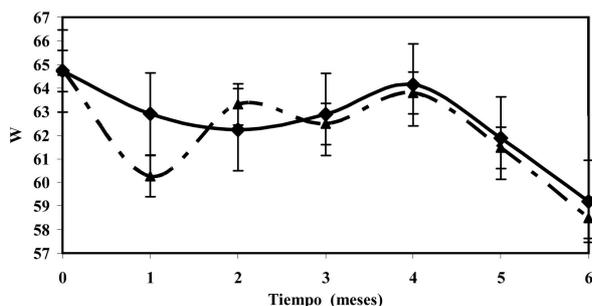


Figure 3. Evolución de la blancura (W) en el tiempo de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) congelados a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En cuanto al comportamiento de las variaciones de blancura en el caso de las muestras tratadas a altas temperaturas, se observa en la Fig. 4, que existen diferencias entre el estado fresco y la conserva recién elaborada y a los tres meses de almacenamiento a temperatura ambiente siendo los tres estadísticamente significativos ($p < 0,05$), se puede observar que, con medio de relleno en agua destilada se obtuvo mayor de blancura que con salmuera con valores de 74,3 y 71,4, respectivamente. Cabe destacar que los valores de otra especie como el alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) sometido a tratamiento térmico a $93\text{ }^{\circ}\text{C}$ genera valores de blancura semejantes, de 70,5⁽¹³⁾.

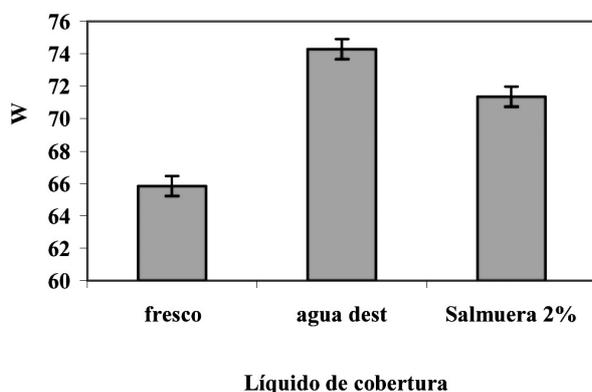


Figure 4. Blancura de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en conservas según el líquido de cobertura.

Variaciones de a y b

En el sistema Hunter el valor a varía desde -a (verde) a +a (rojo), en la Fig. 5 se observa de color entre el pescado fresco de tono levemente verdoso y la etapa final de almacenamiento de color rosado muy débil, pero el cambio de temperatura de congelado no tuvo efecto ($p < 0,05$). Si se compara los valores de a del congrio dorado con la caballa (*Scomber japonicus*) esta última tiene valores superiores (0,74), no perceptibles por el ojo humano⁽⁷⁾.

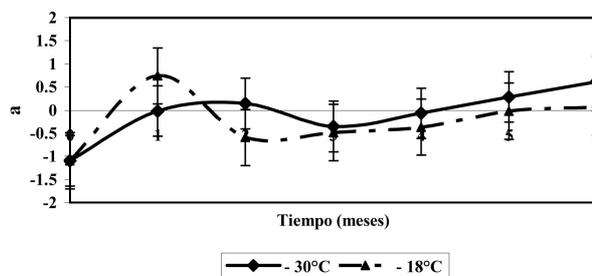


Figure 5. Variación del parámetro de color a de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los valores de a para la conserva de pescado se observa en la Fig. 6, en comparación, el alaska pollock⁽¹³⁾, tiene valores positivos de a para el tratamiento térmico a $93\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 120 minutos. En conservas de salmón se observó una disminución del valor a (14,2 a 13,1) respecto a la muestra fresca (31,5), como esta especie se caracteriza por su coloración rosa-anaranjado tiene alto valor de a, el que disminuye en las conservas por efecto de la temperatura que disuelve y degrada componentes coloreados que migran al líquido de cobertura⁽¹⁴⁾. La carne de congrio dorado es blanca, no posee componentes que aporten coloración roja, por lo que el valor del pescado fresco y las conservas son negativos.

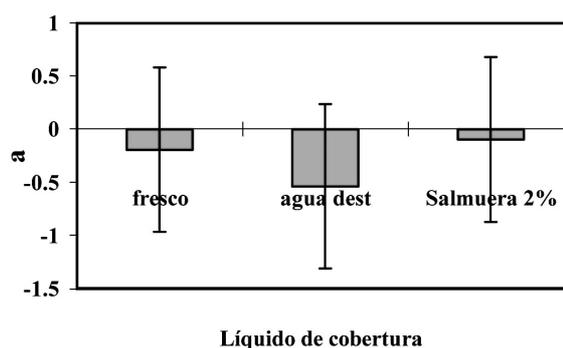


Figure 6. Variación del parámetro de color a de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en conservas según el líquido de cobertura.

Parámetro b

El parámetro +b indica tonos amarillos y el parámetro -b tonos azules, y se observa en la Fig. 7 un leve incremento del color amarillo ($p < 0,05$) en relación al tiempo de almacenamiento.

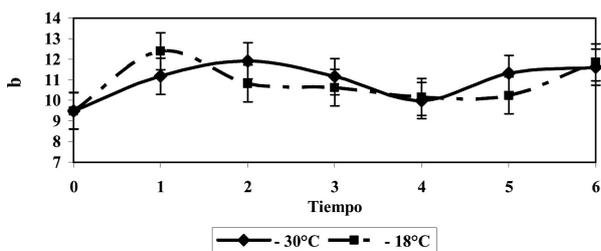


Figura 7. Variación del parámetro de color b de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) a -18 y -30 °C.

En comparación el parámetro b en el congrio dorado genera valores levemente más bajos que en la caballa la cual es un poco más amarilla con un valor de 13,2 para ésta última⁽⁷⁾.

Respecto a la variación de los promedios del parámetro b en todos los individuos utilizados en las conservas se puede observar en la Fig. 8 una leve tendencia hacia los tonos amarillos. En el caso de las conservas, el tipo de medio de relleno usado genera diferencias en los valores de b, ya que la salmuera como líquido de cobertura, realza levemente los tonos amarillos, dando un valor promedio de alrededor de 12,9 en contraste con el valor del líquido de cobertura con agua destilada que da un valor de 12,4 o el estado fresco que obtiene el menor valor de 10,5. Aquí también se ve una tendencia parecida al alaska pollock^(13, 15). Mientras que en conservas de salmón⁽¹⁴⁾ la materia prima presentó un alto componente de coloración amarilla con valor promedio de b 34,59, y en las conservas los valores disminuyeron levemente de 26,4 a 24,5.

El agua destilada empleada como líquido de cobertura de las conservas de congrio dorado, le otorga mayor claridad y blancura a la carne que si se usa salmuera la 2% como líquido de cobertura.

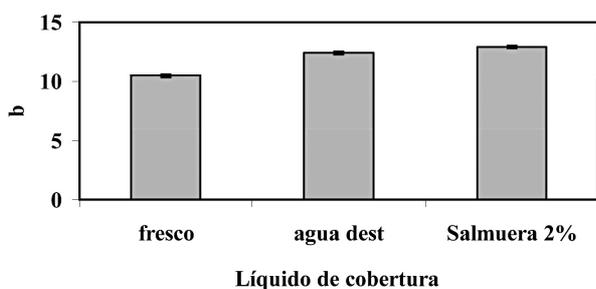


Figura 8. Variación del parámetro de color b de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en conservas según el tipo de líquido de cobertura.

Variación de la textura

Fuerza de Compresión

En la Fig. 9 se presenta la variación de la fuerza promedio de compresión (N), a través del tiempo, del congrio dorado congelado y almacenado a -18 °C y -30 °C, no se observaron diferencias significativas ni con la temperatura ni con el tiempo de almacenamiento ($p > 0,05$), la fluctuación de los valores de fuerza de compresión fue entre 82,5 126,8 N. En cuanto a la fuerza de compresión en las conservas se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el valor al estado fresco y los tratados a temperaturas de

conservación de 121 °C (Fig. 10) ello debido a la desnaturalización de las proteínas por efecto térmico. Con respecto al tipo de relleno, no se encontraron diferencias significativas entre ellas ($p > 0,05$), los valores fluctuaron entre 168,9 a 191,4 para agua destilada como líquido de cobertura y salmuera respectivamente.

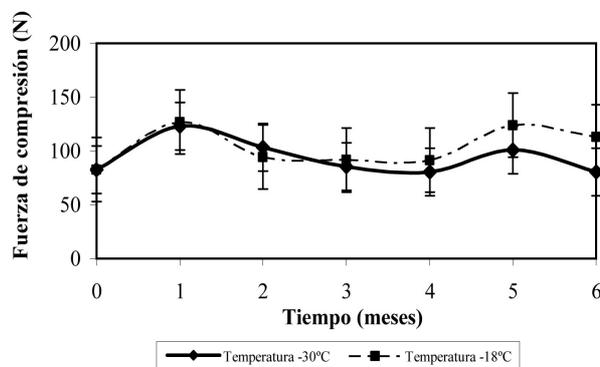


Figura 9. Evolución de la fuerza de compresión en el tiempo de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) congelados a -18 °C y -30 °C.

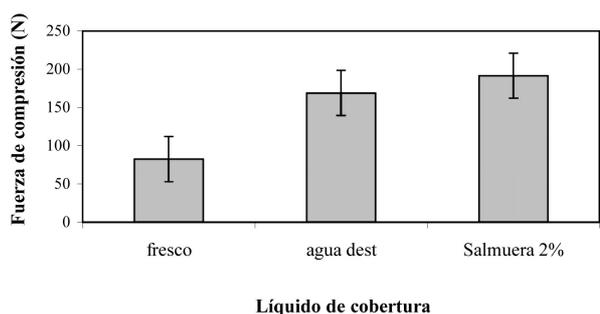


Figura 10. Fuerza de compresión de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en conserva.

Modulo de elasticidad

En la Fig. 11 se pudo observar, que existen variaciones significativas del modulo de elasticidad respecto al tiempo y no así por las temperaturas de almacenamiento.

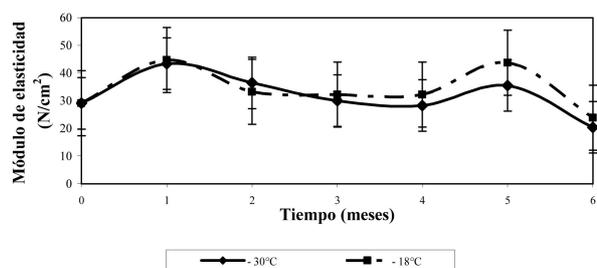


Figura 11. Módulo de elasticidad en el tiempo de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) congelados a -18 °C y -30 °C.

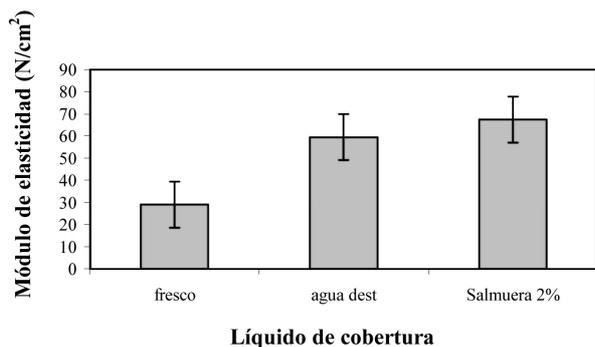


Figure 12. Módulo de elasticidad de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en conserva.

Con respecto a las conservas se observó (Fig. 12), que con salmuera 2% se obtuvo un módulo de elasticidad menor que en el caso de agua destilada, donde la diferencia fue de $7,9 \text{ N/cm}^2$ diferencia no significativa ($p > 0,05$), con respecto al estado fresco si existió una gran diferencia ($p < 0,05$) ya que ésta tiene un valor de $29,1 \text{ N/cm}^2$.

Fuerza de Cizalla

En la Fig. 13 se observan alzas y bajas en la fuerza de cizalla (N/cm^2), las cuales podrían atribuirse a la presencia de membranas intramusculares que protegen estas estructuras, las que se endurecen con el transcurso del tiempo, mientras la carne pierde resistencia desgarrándose más fácilmente. Sus valores promedio fueron de $53,4 \text{ N/cm}^2$ para el primer mes, $24,9 \text{ N/cm}^2$ en el último mes para -18°C y $41,8 \text{ N/cm}^2$ para -30°C . En el caso de la merluza (*M. Hubbsi* y *M. Capensis*) un almacenamiento a -18°C durante 4 meses da como promedio valores de fuerza de cizalla dentro del rango de $17,9 - 21,9 \text{ N/cm}^2$ (17) en este estudio se obtuvo un valor un poco superior.

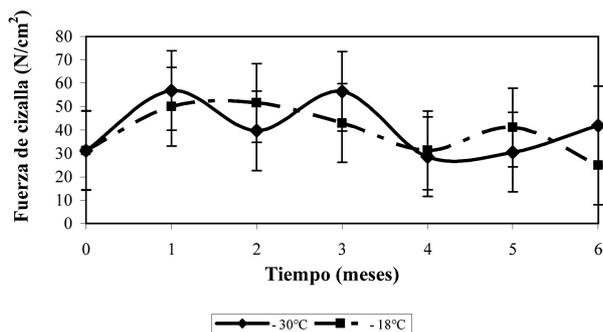


Figura 13. Fuerza de cizalla en el tiempo de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) congelados a -18°C y -30°C .

Para las conservas se observaron valores de SS entre de $20,9$ a $27,6 \text{ N/cm}^2$ (Fig. 14). Las muestras de pescado al estado fresco tuvieron de $31,2 \text{ N/cm}^2$, que es superior al valor obtenido en las conservas. Las pérdidas de textura muestran que al utilizar agua destilada como líquido de cobertura se ve más afectado, presentando una resistencia al corte (SS) de $15,4 \text{ N/cm}^2$ comparado con las conservas de pescado en salmuera con valores de 23 N/cm^2 .

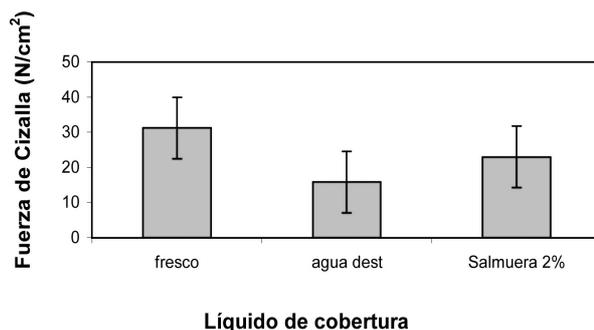


Figure 14. Fuerza de cizalla de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en conserva.

Exudado por presión ("dripping")

Respecto al porcentaje de exudado por presión o "dripping" (Fig. 15) se observó diferencias significativas entre las dos temperaturas de almacenamiento congelado ($p < 0,05$), se observó un mayor "dripping" para la temperatura de -18°C que para -30°C . Por otra parte también se pudo apreciar que existió diferencias entre el estado fresco todos los otros tiempos de almacenamiento posterior ($p < 0,05$). Es destacable la pérdida de líquido después de la congelación, porque hay una pérdida de 2% después de lo cual se sigue perdiendo pero de manera muy gradual hasta llegar a un 4%. Para el turbot (*Scophthalmus maximus*) al estado fresco el porcentaje de "dripping" descrito fue de 1,7 % y al mantenerlo refrigerado al día 16 se registró una pérdida de 1,6 %⁽¹⁶⁾, valores comparables a lo obtenido para congrio fresco, este parámetro es dependiente de la frescura y naturaleza del pescado así como las condiciones de proceso

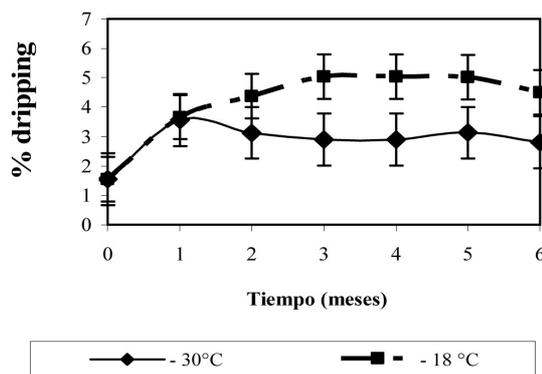


Figura 15. Exudado, como % "dripping" de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) a -18°C y -30°C .

Propiedades térmicas (DSC)

En la Tabla I, se pueden observar los valores de la entalpía y las temperaturas de desnaturalización (T_d) del congrio al estado fresco y 6 meses congelado a -18°C y -30°C , el valor de T_d para la miosina fue de $40,4^\circ\text{C}$ y de $69,8^\circ\text{C}$ para la actina, en la literatura se encuentran valores semejantes para las T_d , con variaciones debidas a la naturaleza de la especie, así para (*Gadus morhua*) la T_d obtenida

TABLA I

Entalpía (ΔH) y temperatura de desnaturalización (T_d) de la miosina y actina de congrio dorado al estado fresco y congelado a $-18\text{ }^\circ\text{C}$ y $-30\text{ }^\circ\text{C}$

Congrio dorado	T_d miosina ($^\circ\text{C}$)	ΔH miosina (J/g)	T_d actina ($^\circ\text{C}$)	ΔH actina (J/g)
Fresco	40,4	1,1	69,8	1,0
6 meses a $-18\text{ }^\circ\text{C}$	42,6	0,4	73,3	0,5
6 meses a $-30\text{ }^\circ\text{C}$	41,4	0,9	71,4	0,9

para la miosina es $42,0\text{ }^\circ\text{C}$ y para la trucha (*Salmo gairdneri*) en $45,7\text{ }^\circ\text{C}$ ⁽⁴⁾.

En la Tabla I se puede ver el deterioro de las proteínas al ir disminuyendo la entalpía de desnaturalización, la cual es menor a $-18\text{ }^\circ\text{C}$ que a $-30\text{ }^\circ\text{C}$, esto permite señalar que la conservación a $-30\text{ }^\circ\text{C}$ favorece la conservación de las proteínas. La congelación seguida de una descongelación, genera efectos de desnaturalización que van aumentando a medida que pasa el tiempo de almacenamiento congelado, siendo la desnaturalización principalmente en la miosina más que en la actina⁽¹⁸⁾. En lo referente a la estabilidad térmica de las proteínas vistas por el DSC, se ve claramente que existe un deterioro con el paso del tiempo, siendo mayor el deterioro a $-18\text{ }^\circ\text{C}$ que a $-30\text{ }^\circ\text{C}$.

Por último en este estudio se puede destacar que la conservación del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) por bajas temperaturas produce una conservación de mejor calidad de las características texturales de este pescado y una conservación razonable con respecto a los parámetros de color, que la conservación por tratamientos a altas temperaturas como son las conservas. Sin embargo este último tratamiento produce mejores calidades en cuanto a los parámetros de color ya que se acentúa la blancura y luminosidad, pero en los parámetros texturales los cambios con respecto al estado natural son demasiado notorios siendo organolépticamente perceptibles.

BIBLIOGRAFÍA

- ⁽¹⁾. Subsecretaría de pesca (2005). Informe consolidado de pesca y acuicultura. Gobierno de Chile. Unidad de estudios sectoriales.
- ⁽²⁾. Brown, W. D. (1986): «Fish muscle and food. Ch. 13». In *Muscle as Food*, P.J. Bechtel (Ed.). Academic Press, Inc. Orlando, FL.
- ⁽³⁾. Careche, M.; Herrero, A.; Rodríguez-Casado, A; Del-Mazo, M y Carmona, P. (1999): «Structural changes of hake (*Merluccius merluccius*) fillets: effects of freezing and frozen storage». *J Agric. Food Chem.*, 47: 952-959.

⁽⁴⁾. Wright, D. J.; Leach, I. B. y Wilding, P. (1977): «Differential Scanning calorimetric study of muscle and its constituent proteins». *J. Sci. Food Agric.* 28: 557.

⁽⁵⁾. Howell B.K.; Matthews A.D. y Donnelly A.P. (1991): «Thermal stability of fish Myofibrils: a differential scanning calorimetric study». *Int J Food Sci Tech.* 26, 283-295.

⁽⁶⁾. Sigurgisladottir, H. Hafsteinsson, A. Johnson, Ø. Lie, R. Nortvedt, M. Thomássen & O. Torrissen. (1999): «Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method». *J Food Sci.* 64, 1, 99-104.

⁽⁷⁾. Jiang, M.-L. Ho, S.-H. Jiang, Leah Lo, and H.-C. Chen. (1998): «Color and Quality of Mackerel Surimi as Affected by Alkaline Washing and Ozonation». *J Food Sci* 63, 652-655.

⁽⁸⁾. Lee C M. y Toledo R T. (1976): «Factors Affecting Textural Characteristics of Cooked Comminuted Fish Muscle». *J Food Sci.* 41, 391-397.

⁽⁹⁾. Owusu-Ansah, Y J. y Hultin, H O. (1986): «Chemical and Physical Changes in Red Hake Fillets During Frozen Storage». *J Food Sci.* 51, 6, 1402-1406.

⁽¹⁰⁾. Mohsenin, N. N. (1970): «Physical Properties of Plants and Animals Materials Vol 1. Structure, physical characteristic and mechanical properties». Gordon & Breach Science Publisher, New York.

⁽¹¹⁾. Wierbicki, E. y Deatherage, F. (1958): «Determination of Water- Holding Capacity of fresh Meats». *J Agric Food Chem.* 6, 5 387-392.

⁽¹²⁾. Hastings R.J.; Rodger G.W.; Robin Park, Anthony D. Matthews y Evelyn M. Anderson (1985): «Differential Scanning Calorimetric of Fish Muscle: Effect of Processing and Species Variation». *J Food Sci.* 50, 503-510.

⁽¹³⁾. Shie, J. y Park, J. (1999): «Physical Characteristic of Surimi Seafood as Afected by Thermal Processing Condition», 64, 2 287-290c

⁽¹⁴⁾. Quitral, V.; Romero, N.; Ávila, L.; Marín, M.E.; Nuñez, H. y Simpson, R. (2006): «Retención de tiamina como función de las condiciones de proceso térmico en salmón en conserva». *ALAN* 56 (1): 69-76

⁽¹⁵⁾. Barroso M.; Careche M.; Barrios L. y Borderías, J. (1998): *Frozen Hake Fillets Quality as related to Texture and Viscosity by Mechanical Methods*, 63, 5. 793-796.

⁽¹⁶⁾. Aravena, M. (2004): «Caracterización bioquímica, fisicoquímica y funcional de turbot (*Scophthalmus maximus*) y estudio de sus modificaciones durante el almacenamiento refrigerado». Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile.

⁽¹⁷⁾. Jiang, S.; M.-L. Ho, y T.C. Lee (1985): «Optimization of the Freezing Conditions on Mackerel and Amberfish for Manufacturing Minced Fish». *J Food Sci.* 50 727-731.

⁽¹⁸⁾. Paredi, M.E.; Tomás, M.C., Añon, M.C. y Crupkin, M. (1998): «Thermal Stability of Myofibrillar Proteins from Smooth and Striated Muscles of Scallop (*Chlamys tehuellchus*): A Differential Scanning Calorimetric Study». *J. Agric Food Chem*, 48, 3971-3978.