

Obtención de Quitosana del caparazón de langostino (Familia Penaeidae) y su aplicación en el glaseado de filetes congelados de jurel

MARIA ESTELA AYALA GALDOS

Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Carretera a Ventanilla Km 5.200. Callao 1.
Apartado Postal 0360

Palabras Clave: Exudado, glaseado, quitina, quitosana.

RESUMEN

Se obtuvo quitosana a partir de caparazones de langostino mediante una modificación del método de Broussignac consistente principalmente en el uso de monoetilenglicol en reemplazo de polietilenglicol y un incremento de temperatura de 120°C a 170°C. El polímero disuelto al 0.05% y 0.10% en ácido cítrico al 2% fue aplicado como solución de glaseado de filetes de jurel *Trachurus symmetricus murphyi* congelados a -28°C y almacenados a -10°C. El efecto protector del polímero prolongó la vida útil del producto hasta los 44 y 56 días para los tratamientos con 0.05 y 0.10% respectivamente

ABSTRACT

Chitosan was attained from shrimp hulls using a modified Broussignac method by replacing monoethylenglycol with polyethyleneglycol and raising the temperature from 120°C to 170°C. Concentrations of 0.05% and 0.10% chitosan were dissolved in 2% citric acid and used to glaze jack mackerel fillets *Trachurus symmetricus murphyi* frozen at -28°C and kept at -10°C.

The use of 0.05% and 0.10% chitosan seemed to prolong shelf life of the product during 44 and 56 days respectively.

INTRODUCCION

La quitosana es un polisacárido que se obtiene a partir de la desacetilación de la quitina (Fig.1), se encuentra en forma muy abundante en la naturaleza de donde es obtenida de micelios de hongos y principalmente de residuos de crustáceos marinos (6,16).

Las características físico químicas y propiedades funcionales de la quitosana son muy

importantes y existen numerosos estudios que han servido de base para sus múltiples aplicaciones: medicina, biotecnología, industrias química, farmacéutica, papelería, textil, fotografía, adhesivos, alimentos, tratamiento de aguas, etc.(1,2,7,9,16,20).

Entre sus diversas propiedades, la quitosana disuelta en ácidos orgánicos forma soluciones viscosas y películas flexibles y poco permeables al oxígeno (11,26), además de no presentar

toxicidad. Estas características fueron tomadas como base para plantear la utilidad de la quitosana como ingrediente en una solución de glaseado para pescado congelado (14,15,22).

El objetivo de este estudio no es sólo tecnológico sino también ecológico, ya que es posible utilizar residuos de industrias langostineras, planteando una alternativa de solución a la contaminación ambiental. El aporte tecnológico consiste en la aplicación de la quitosana para glasear filetes de jurel congelados a fin de prolongar su vida útil.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de Quitosana. Se utilizaron caparazones de langostinos, los cuales fueron lavados en agua corriente para remover suciedad y restos de carne, sometidos a secado en estufa a 105°C por una hora y veinte minutos y triturados en molino con criba de 4 mm.

Se realizaron pruebas preliminares de los métodos de obtención citados por la literatura con el objeto de elegir el más conveniente. Los factores a considerar para la elección fueron: materiales, equipos y reactivos disponibles, así como tiempo y rendimiento. Los métodos utilizados fueron (26):

- 1) Método de Hackman para obtención de quitina y método de Horowitz y Horton para quitosana.
- 2) Método de Whistler y Bemiller para obtención de quitina y método de Horowitz y Horton para quitosana
- 3) Método de Broussignac para obtener quitina y quitosana
- 4) Método de Broussignac para obtener quitina y el método Broussignac modificado para obtener quitosana..

La modificación en este último caso, consistió en el uso de hidróxido de sodio y polietilenglicol en reemplazo del hidróxido de potasio y del monoetilenglicol para la etapa de desacetilación. La temperatura aplicada fue de 170°C en estufa.

La obtención del polímero fue evaluada

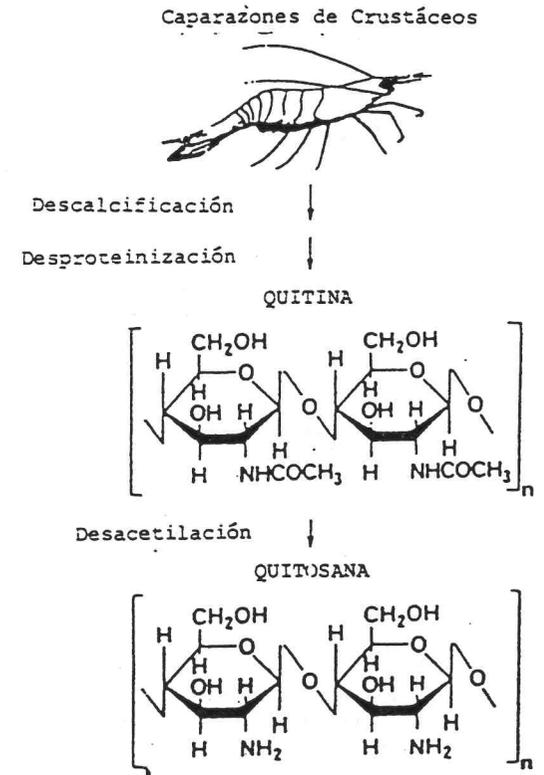


Figura 1. Obtención de Quitina y Quitosana a partir de Crustáceos Marinos

mediante pruebas de solubilidad de quitosana en ácido acético 2% y de ácido fórmico en el caso de la quitina.

Aplicación de Quitosana en el Glaseado de los Filetes. Esta etapa fue realizada en filetes congelados de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*). La materia prima se adquirió en el Puerto del Callao 10 horas después de su captura y almacenada a bordo con agua y hielo.

Los tratamientos evaluados fueron:

- a) testigo sin glasear (T)
- b) agua fría (2°C) (AF)
- c) solución de ácido cítrico al 2% (Q00)
- d) quitosana 0.05% en solución de ácido cítrico 2% (Q05)

e) quitosana 0.10% en solución de ácido cítrico 2%,(Q10)

Los filetes fueron congelados en forma individual a -28 °C, glaseados durante 30 segundos, siendo la temperatura de las soluciones de glaseado de 2°C. El incremento de peso para las muestras fue de 5% para el tratamiento AF, 6 y 6.5% para Q00 y de 7.2% para Q10.

El producto fue colocado en bolsas de polietileno y almacenado a -10°C. La descongelación de las muestras dentro de sus respectivas bolsas se realizó colocándolas en agua circulante a temperatura ambiente.

Métodos Analíticos

1. Evaluación Físico Organoléptica

Quitosana: se evaluó el tamaño, color, apariencia, olor, y consistencia de la partícula en forma sensorial.

Pescado: De acuerdo a la Tabla de Evaluación Organoléptica del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (33).

Filetes: Realizada de acuerdo al Esquema de Evaluación de Calidad mediante la escala de Karlsruhe (Tabla 1) (36).

Para la evaluación de sabor se aplicó una prueba de cocción al vapor durante 5 minutos colocando las muestras en bolsas plásticas selladas.

2. Composición Química Proximal

Humedad, grasas, ceniza y nitrógeno total (microKjeldahl), realizadas con metodología de la AOAC (28).

3. Exudado Libre

Segun ITINTEC Norma N°041.002 (hoy INDECOPI) para Pescado Congelado (18).

4. Rancidez Oxidativa

Prueba del ácido tiobarbitúrico (TBA) (Sinhuber Yu) (28).

5. Diseño Estadístico

Los resultados fueron sometidos al diseño estadístico de ANVA, Análisis de Variancia utilizando un programa MICROSTA a fin de evaluar las posibles diferencias significativas entre los resultados obtenidos para las variables en estudio .

RESULTADOS Y DISCUSION

Definición Del Método De Obtención de Quitosana. En la Tabla 2 se muestra la composición proximal de la materia prima la cual presenta un elevado contenido de sales minerales que confieren la dureza característica a los caparazones de langostinos.

TABLA 2. Composición proximal (%) de los residuos de langostino

Componente	Frescos	Secos
Humedad	53.20	9.04
Grasa cruda	01.39	2.43
Cenizas	11.20	24.26
Nitrógeno total	4.61	9.18

En lo que se refiere al rendimiento en quitina, en la Tabla 3 se puede apreciar que el mayor rendimiento de quitina fue obtenido mediante los métodos 2 (15.6%) y 3 (15.1%). Los métodos 1 y 4 mostraron rendimientos ligeramente menores (13.6% y 13.5%, respectivamente). El rendimiento en quitina reportado por la bibliografía para el método 1 es del 17%, mientras que para el método 2 es 20%. Comparando estas cifras con las obtenidas en este estudio se observa que los rendimientos alcanzados son menores respecto a los referidos por la literatura (27).

En los rendimientos de quitosana, no se registraron datos para los métodos 1 y 2 debido a que no se logró desacetilar completamente la quitina (insolubilidad parcial en ácido acético 2%). Utilizando el método 3 se obtuvo 1.9% y con el método 4, 2.8% de quitosana. Comparando estos resultados con el valor reportado por la literatura de 7% para el método 3, se observa una gran diferencia, que podría ser consecuencia de la prolongada desacetilación a elevada temperatura que indica el autor (16 horas en promedio), y que para el presente estudio tuvo una duración de 5 horas, tiempo que el autor sugiere también como adecuado.

TABLA 1. Esquema de valoración de calidad de filetes de jurel según escala de Karlsruhe

Características	Calidad Grado 1: Características típicas			Calidad Grado 2: Deterioro tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro indeseable		
	Excelente 9	Muy Bueno 8	Bueno 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy Mala 1
Apariencia	Muy atractivo, superficie regular intachable.	Muy atractivo uniforme.	Atractivo, sin piel desprendida.	Aun bien conservado, piel poco desprendida.	Piel desprendida carne agrietada, no muy atractiva.	Se observan los miómeros separados.	Miómeros bien separados, piel desprendida.	Carne desintegrada en trozos.	Carne deshecha.
Color	Crema típico, brillante.	Típico, brillante, agradable.	Típico, agradable, pero poco brillante.	Típico, pero algo opaco, aún agradable.	Típico, opaco, no es desagradable.	No es homogéneo presenta manchas oscuras.	Atípico, oscuro opaco.	Color atípico, manchas oscuras decoloraciones	Repulsivo.
Olor	Típico, fino y muy agradable.	Típico, agradable, fresco.	Agradable, pero no muy intenso aún fresco.	Olor neutro pero algo grasoso.	Grasoso, ligeramente rancio.	Grasoso, rancio algo metálico ya desagradable.	Rancio, metálico desagradable.	Fuertemente rancio y desagradable.	Nauseabundo.
Textura	Integro, muy firme a la presión dactilar. Muy jugoso.	Integro, firme a la presión dactilar. Muy jugoso.	Algunas grietas a la presión dactilar. Jugoso	Queda agrietado al tacto pero se mantiene firme. Poco jugoso.	Poco firme a la presión dactilar. Algo seco.	Queda la huella a la presión dactilar. Pérdida de jugosidad.	Blando, pastoso. Ausencia de jugosidad.	Se desintegra a la presión dactilar. Seco y pegajoso.	Totalmente desintegrado
Sabor	Característico, suave y especialmente agradable.	Muy Agradable típico, suave.	Agradable, no tan completo, algo suave.	Agradable pero falta de succulencia.	Extraño, sabor residual aceitoso algo seco.	Notoria rancidez sabor metálico amargo.	Desagradable, muy rancio y amargo.	Muy rancio, amargo y punzante.	Repulsivo.

TABLA 3. Rendimiento de los métodos empleados en la obtención de quitosana

Método	Quitina	Rendimiento % Quitosana
1	13.6	ND
2	15.6	ND
3	15.1	1.9
4	13.5	2.8

ND= Rendimiento no determinado.

Por otro lado, respecto a los métodos 3 y 4 para la obtención de quitina, la modificación en el método 4 para obtener quitosana, permitió un rendimiento de 2.8% que superó al correspondiente obtenido por el método 3; ambos métodos emplearon 5 horas, pudiendo deberse la diferencia al uso de polietilenglicol

y aplicación de 170°C, temperatura que es mayor a la recomendada por el autor, 120°C y que habría influido en una hidrólisis más intensa (27).

En la Tabla 4 se observa un estimado de costos y tiempos para trabajar 100 g de muestra en condiciones experimentales.

El método 1 resultó el más costoso (\$42.85). Los métodos 2 y 4 tuvieron un costo promedio similar (\$33.45 y \$33.4, respectivamente) y el método 3 el menor costo (\$25.45). En lo referente a la obtención de quitina y quitosana, en el campo de la biotecnología, existen numerosos estudios sobre la reducción de costos mediante el uso de microorganismos, en especial los de origen marino.

Los resultados en la Tabla 5, refieren solubilidad de la quitosana en ácidos acético y cítrico. La mayor solubilidad se observó en la quitosana obtenida mediante los métodos 3 y

TABLA 4. Costo (\$) y tiempo (horas) empleados para la obtención de quitina y quitosana

REACTIVOS	Método 1			Método 2		Método 3		Método 4	
	Precio Unit.	Cantidad	Precio Total (\$)						
Ac. clorhídrico	36/l	0.08 l	3.0	0.10 l	3.5	0.10 l	3.6	0.10 l	3.6
Hidróxido sodio	20/k	0.50 k	10.0	0.60 k	12.0	0.80 k	16.0	1.00 k	20.0
Hidróxido potasio	20/k	0.50 k	10.0			0.50 k	10.0		
Acetona	30/l			0.20 l	6.0				
Etanol	20/l			0.50 l	10.0	0.25 l	5.0		
Eter	35/l			0.10 l	3.5				
Monoetilenglicol	14/l					0.50 k	7.0		
Polietilenglicol	16/l							0.50 k	8.00
EQUIPOS									
Autoclave (1.5kw/h)	0.1/kw	6 h	0.90	1 h	0.2	2 h	0.30	6 h	0.90
Horno (1.4 kw/h)	0.1/kw	3 h	0.45			3 h	0.45	3 h	0.45
Estufa (1 kw/h)	0.1/kw	5 h	0.50	5 h	0.5	5 h	0.50	5 h	0.50
Congeladora(1.2 kw/h)	0.1/kw	5 h	0.60	4 h	0.5				
TOTAL (\$)			25.45		33.4		42.85		33.45
Duración del proceso TOTAL:		60 horas		95 horas		58 horas		60 horas	

4, especialmente en este último en que la solubilidad es completa. Los grados de solubilidad fueron determinados según la cantidad de partículas remanentes que quedaron sin disolver. En los métodos utilizados se encontraron dificultades para la aplicación de algunos tratamientos, caso de los métodos 1 y 2, que requerían prolongado tiempo de calentamiento, o de reactivos tóxicos como el monoetilenglicol. La diferencia en la solubilidad para los métodos 3 y 4, determinó por conveniente el uso del método 4.

Del tiempo utilizado, el mayor número de horas correspondió al método 2 (95 horas); los métodos 1 y 4 (60 horas), el método 3 fue ligeramente menor que los dos anteriores (58 horas).

TABLA 5. Solubilidad de la quitosana obtenida por diferentes métodos

Método	Solubilidad en	
	Ac. acético 2%	Ac. cítrico 2%
1	+	+
2	+	+
3	++	++
4	+++	+++

+ = 25 % de partículas solubles
 ++ = 50% de partículas solubles
 +++ = 100 % de partículas solubles.

Según los factores analizados, se concluye que el método más adecuado, fue el método 4 (Broussignac modificado). Las características del producto obtenido mediante el método 4, se muestran en la Tabla 6.

TABLA 6. Características físicas de la quitosana obtenida

Característica	Descripción
Color	Crema, beige claro.
Apariencia	Translúcida, iridiscente.
Olor	Sin olor.
Consistencia	Liviana, flexible.
Tamaño de partícula	2 a 3 mm

La quitosana disuelta al 0.05% y 0.10% en ácido acético en solución al 2% presentó valores de viscosidad de 0.996 y 0.9947 g/ml respectivamente.

Uso de Quitosana como Protector de Filetes Congelados. Para la etapa de aplicación de la quitosana en el glaseado de filetes se utilizó una materia prima cuyas características físicas se refieren en la Tabla 7.

TABLA 7. Características Físicas y Organolépticas del Jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*)

Características	Valor
Longitud (cm):	
promedio	37.8
rango	34.5 - 40.1
Peso (g):	
promedio	420.5
rango	396.5 - 445.1
Rendimiento en filetes (%):	35.8%
Evaluación Sensorial (puntos)	
a) pescado entero:	4 (bueno)
b) filetes:	7.5 (muy bueno-bueno)

Evaluación de la Calidad en Almacenamiento.

Evaluación sensorial. A los 4 días de almacenamiento disminuyó el valor inicial en las muestras T, AF y Q00 (6.6, 6.7 y 7 puntos respectivamente). Se observó que las muestras de los tratamientos Q05 y Q10 mantuvieron sus características de calidad inicial (Fig. 2)

En las muestras T, a los 8 días, fue notoria la aparición de un olor grasoso y ligeramente rancio que aumentó a los 12 días, tiempo en el cual la deshidratación era apreciable, es así que a los 16 días estas muestras fueron rechazadas principalmente por el olor, sabor, falta de jugosidad y color oscuro con algunas coloraciones atípicas pardas producto de la oxidación (15); sin embargo, aunque la textura

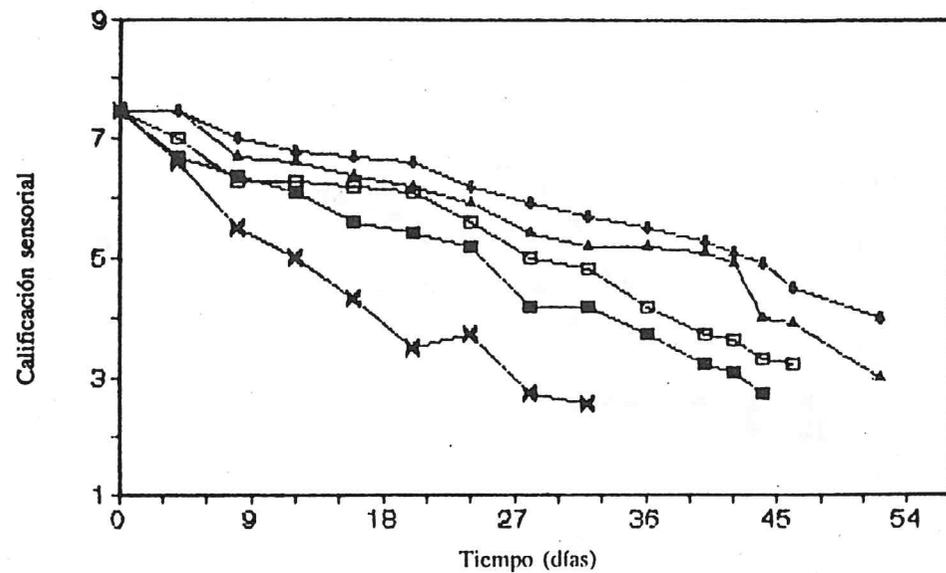


Figura 2. Calificación Sensorial de Filetes de Jurel Congelados y Glaseados con Crioprotectores durante Almacenamiento a -10°C . -x- Testigo sin glasear, -■- AF Glaseado con agua fría, -□- (Q00) Glaseado con ac. cítrico 2%, -▲- (Q05) Glaseado con ac. cítrico 2% y 0.05% de quitosana, -■- (Q10) Glaseado con ac. cítrico 2% y 0.10% de quitosana.

fue evaluada como poco firme, las muestras no llegaban a desintegrarse.

A partir de los 16 días, las muestras AF disminuyeron marcadamente su calidad. Desde los 28 a 32 días disminuyeron su puntuación a 4.3 puntos, luego los panelistas detectaron la presencia de olor y sabor definitivamente rancios. Esto, comparado con los resultados de las muestras T demuestra, el efecto del glaseado (12).

Respecto al tratamiento Q00, las muestras son aceptables hasta los 36 días. Los resultados de la evaluación sensorial podrían deberse al efecto de la quitosana en el glaseado de los filetes de los tratamientos Q05 y Q10. Las muestras correspondientes al tratamiento Q05 se mantuvieron en el límite de aceptación hasta los 44 días. Recién a los 56 días las muestras del tratamiento Q10 bordearon el límite de aceptación, luego la evaluación sensorial indicó el deterioro definido principalmente debido a la deshidratación de las muestras cocidas (ausencia de jugosidad) aún cuando su apariencia en crudo fue aceptable.

La diferencia entre los resultados de los tratamientos, Q05 y Q10, sugiere que la mayor concentración de quitosana (0.10%) añadida en la solución de glaseado ejerció mayor efecto protector en los filetes congelados almacenados.

El tratamiento estadístico evaluó los valores obtenidos hasta los 32 días demostrando la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) para los tratamientos evaluados.

Exudado libre. Tal como se observa en la Fig. 3, el valor de exudado libre inicial fue de 1.9%. A los 12 días las muestras T registraron un considerable incremento (4.5%) en sus valores de exudado, y el tratamiento AF llegó a 3%, en tanto que los tratamientos Q00, Q20 y Q45 no superaron estos valores (2.8, 2.5 y 2.1, respectivamente).

A los 18 días de almacenamiento se presentaron variaciones notorias especialmente entre las muestras sin tratamiento y los tratamientos Q00, Q05 y Q10 (ver Fig. 3).

Los valores para los tratamientos T y AF

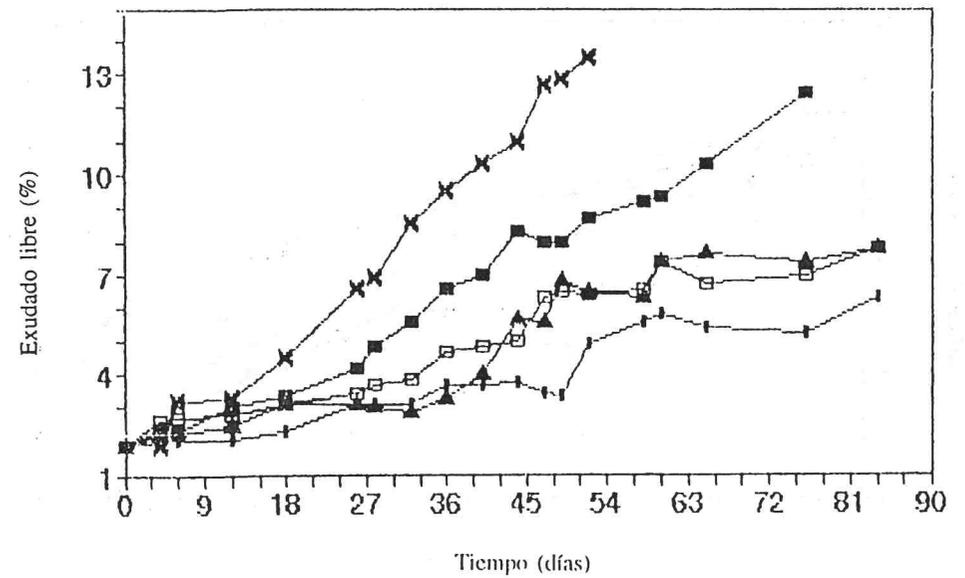


Figura 3. Exudado Libre de Filetes de Jurel Congelados y Glaseados con Crioprotectores durante Almacenamiento a -10°C . —x— Testigo sin glasear, —■— AF Glaseado con agua fría, —□— (Q00) Glaseado con ac. cítrico 2%, —▲— (Q05) Glaseado con ac. cítrico 2% y 0.05% de quitosana, —▢— (Q10) Glaseado con ac. cítrico 2% y 0.10% de quitosana.

superaron a los de Q00, Q05 y Q10. Especialmente las muestras T tuvieron un exudado libre de 6.9, 8.5, 9.5% a los 26, 28 y 32 días respectivamente, superando el límite a los 36 días (10.2%), al cabo de los cuales la deshidratación correspondía a muestras inaceptables.

Desde los 26 días las muestras AF presentaron valores mayores que las correspondientes a Q00, Q05 y Q10; a los 32 días 5.6%, mientras que para Q00, Q05 y Q10 los valores fueron de 3.9, 2.9 y 3.1% respectivamente.

El tratamiento AF sobrepasó el límite de 10% a los 65 días; la falta de jugosidad ya era apreciable desde los 28 días con un valor de 4.8%. Respecto a los tratamientos Q00 y Q05 las muestras cocidas presentaban aspecto esponjoso y algo deshidratado, sus valores fueron próximos (5 y 5.7% en cada caso) a diferencia de las muestras del tratamiento Q10 (3.8%) que presentaban mejores características.

Los valores de exudado 6.3, 5.6 y 3.5% para los tratamientos Q00, Q05 y Q10 a los 47 días, reflejaron las diferencias en la capacidad

de retención de agua de las muestras: las muestras Q05 presentaron gran deshidratación a diferencia del tratamiento Q10 cuyo efecto positivo fue apreciable hasta los 52 días de almacenamiento.

El tiempo de evaluación de las muestras del tratamiento T (49 días) determinó el número de datos considerados en la evaluación estadística, la cual mostró la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de $p < 0.05$.

Rancidez Oxidativa. El valor inicial de 0.6 mg MA/kg, parece propio de una materia prima fresca, existen valores referenciales de 1.5 para lisa (30), para caballa del Pacífico 1.8 (32) y de 1.6 y 4.4 mg MA/kg para músculo claro y oscuro de jurel (20). Entre los 12 y 14 días las mayores variaciones fueron en las muestras T con 5.2 y 6.9 mg MA/kg (Fig 3).

A los 19 días el valor más alto correspondió a las muestras T, los tratamientos AF, Q00 y Q05 presentaron valores similares: 2.7, 2.8 y 2.6 mg MA/kg respectivamente, en tanto que

el tratamiento Q10 ejerció un efecto significativo según lo refleja su valor de 1.8.

Los valores de las muestras T siguieron el curso de la típica curva de ascenso y caída de los valores de rancidez de alimentos grasos durante el almacenamiento.

A los 28 días el tratamiento AF aumentó sus valores a 5.1 mg MA/kg, Entre los 28 y 35 días, los tratamientos con quitosana, especialmente Q10, fueron efectivos. El tratamiento AF incrementó sus valores de índice de TBA, desde los 55 días, al término de la evaluación (70 días) observó un valor de 13.7 mg MA/kg.

También se observaron diferencias entre los tratamientos Q00 y Q05 que sugieren el efecto de la concentración de quitosana en el glaseado de las muestras; así a los 70 días, mientras el tratamiento Q00 tuvo un comportamiento muy parecido al del tratamiento AF (13.4 mg MA/kg), en Q05 los incrementos fueron menores (8.3 mg MA/kg).

Los valores mostrados por el tratamiento Q10 sí reflejaron el efecto protector de la quitosana, los valores fueron menores que en

los tratamientos comparados. Las diferencias encontradas fueron corroboradas por el análisis estadístico $p < 0.05$.

Interrelación de análisis. La discusión de los valores de exudado y de índice de TBA, tiene relación directa con el análisis sensorial, el cual es decisivo y define el rechazo ó aceptación de las muestras por el consumidor. La caracterización del olor y sabor rancio coincidieron con el incremento de valores del índice de TBA, del mismo modo la falta de jugosidad y succulencia en las muestras cocidas también registró incremento en los valores de exudado libre de las muestras crudas. Esto concuerda con la relación existente entre la capacidad de retención de agua del músculo y los valores de oxidación de los lípidos (13,23,25,32).

Las muestras del tratamiento T presentaron una vida útil de 16 días con un exudado que varió entre 4.5 y 5.6% (12 y 18 días respectivamente), el valor de índice de TBA a los 14 días fue de 6.6 mg MA/kg.

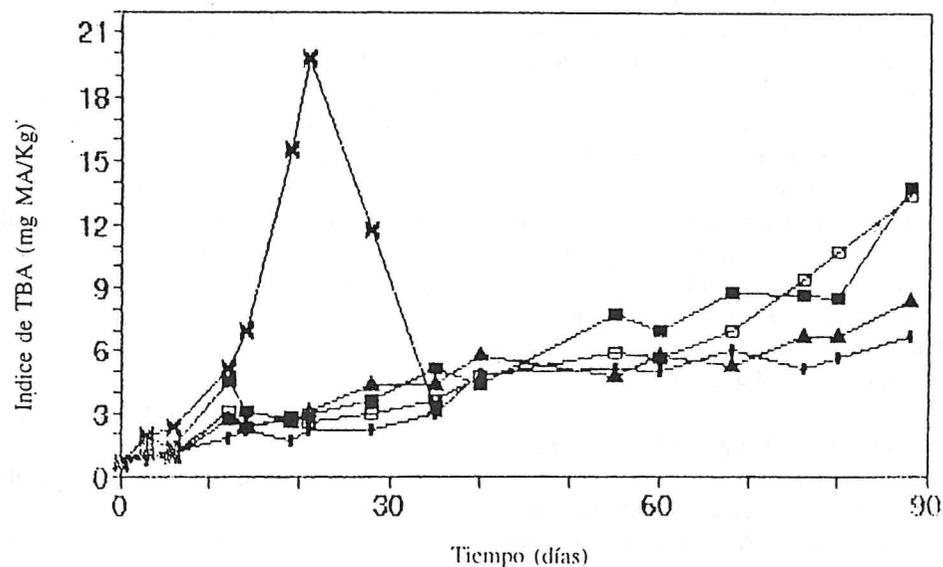


Figura 4. Índice de TBA en Filetes de Jurel Congelados y Glaseados con Crioprotectores durante Almacenamiento a -10°C . \times (T) Testigo sin glasear, \blacksquare AF Glaseado con agua fría, \square (Q00) Glaseado con ac. cítrico 2%, \blacktriangle (Q05) Glaseado con ac. cítrico 2% y 0.05% de quitosana, \blacksquare (Q10) Glaseado con ac. cítrico 2% y 0.10% de quitosana.

Las muestras correspondientes al tratamiento AF fueron rechazadas a los 32 días con 5.6% de exudado y entre 5.1 y 5.3 mg MA/kg a los 28 y 35 días.

El tratamiento Q00 fue efectivo hasta los 36 días, con 4.6% de exudado libre y 5.0 mg MA/kg demostrando el efecto de la calidad de materia prima en la prolongación de la vida útil del producto, sin embargo, es importante mencionar que, el sabor ácido de las muestras influyó en los resultados de la evaluación sensorial.

Los tratamientos Q05 y Q10 ejercieron un efecto notorio sobre el tiempo de vida útil de los filetes, Q05 fue efectivo hasta los 44 días con 5.7% de exudado libre y 5.6 mg MA/kg (a los 40 días); Q10 prolongó su efecto hasta los 56 días con 5.6% de exudado libre y 5.8 mg MA/kg. En este caso, el sabor ácido de las muestras no fue tan predominante como en el caso anterior, debido probablemente a que el ácido cítrico se encontraba como disolvente del polímero utilizado en el glaseado.

Sin embargo, si se observan los valores de rancidez en relación con los tiempos de vida útil para cada tratamiento, existe un rango de valores del índice de TBA en relación con la percepción de olores y sabores rancios descritos en la valuación sensorial, lo cual permitiría sugerir rangos entre 5 y 6.6 mg MA/kg como relacionados con el límite de aceptabilidad de las muestras evaluadas.

Se observa claramente que los tratamientos con quitosana no mejoraron la capacidad de retención de agua de los filetes pero sí prolongaron la condición inicial de la misma. Por otro lado, en la evaluación sensorial, el efecto de la rancidez en el olor y sabor fue decisivo, así fue evidente el rechazo de muestras con valores entre 5.0 y 5.9 mg MA/kg. Al respecto se tiene la referencia de valores de índice de TBA que aumentaron de 1.5 mg MA/kg como valor inicial a 6 mg MA/kg en lisa almacenada a -18°C durante 9 meses (31).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten sugerir la utilidad del polímero para reducir los efectos de la oxidación y daños

en la capacidad de retención de agua en productos pesqueros congelados.

CONCLUSIONES

1. Se observó mejores resultados al modificar el método de Broussignac, empleando hidróxido de sodio en vez de hidróxido de potasio, polietilenglicol en vez de monoetilenglicol y en especial aplicando 170°C en vez de 121 °C. La quitosana obtenida por el método Broussignac modificado tuvo buena solubilidad en ácido acético.

2. Existió una relación directa entre la concentración de quitosana y el efecto de preservación de vida útil de las muestras de filetes de jurel congelados a -28 °C y almacenados a -10°C.

3. La conducta crioprotectora de la quitosana estuvo en relación directa con la concentración utilizada en el proceso de glaseado de (0.05 a 0.10%):

El tiempo de vida útil para los filetes de jurel de buenacalidad, congelados en almacenamiento, glaseados con una solución de ácido cítrico al 2% fue de 36 días. Para los tratamientos con 0.05% y 0.10% de quitosana en solución de ácido cítrico 2% fue de 44 y 56 días respectivamente.

4. La vida útil de los productos para los tratamientos en estudio estuvo determinada por la evaluación sensorial y valores de exudado libre entre 4 y 6%, en tanto que el índice de TBA fluctuó entre 5 y 6.6 mg MA/kg.

RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos similares con algunas variantes: uso de otros ácidos orgánicos, aplicación en especies de diferente contenido graso, pescado desmenuzado, etc.

2. Se recomienda continuar con estudios de obtención de quitina y quitosana a partir de otras fuentes, como micelios de hongos.

3. Para efectos de mayor prolongación de vida útil, se recomienda el uso de materia prima de buena calidad, con lo que además se reduce la cantidad de polímero y los costos.

REFERENCIAS

1. **Austin, P.; Brine, C.; Castle, J. y Zikakis, J.** (1981). Chitin: New facets of Research. Science vol.212, 749-753.
2. **Austin, P.; Castle, J. y Albisetti, C** (1988). Beta-Chitin from Squid: New Solvents. En "Chitin and Chitosan" G.Skjak- Braek (Ed). Elsevier Applied Science, 860 p.
3. **Ayala, María E.** (1979). Estudio de Calidad en Filetes de Jurel Congelados a -30°C . Tesis de Ingeniero Pesquero, Univ. Nac. Federico Villarreal. Lima. Mimeografiada. 95 p.
4. **Bernales, A.** (1974). Efecto de la Inmersión en TPP de Sodio al 5% y 10% en el Rendimiento y Calidad de Filetes Merluza Congelada Rápidamente. Tesis Ingeniero Pesquero. U.N.Agraria La Molina. Lima. 110 p.
5. **Brzeski, M.** (1982). Concept of Chitin / Chitosan Isolation from Antarctic Krill Shells on a Technical Scale. En: Chitin and Chitosan. Proceedings of the 2nd International Conference on Chitin and Chitosan. Sapporo-Japan. 620 p.
6. **Brzeski, M.** (1989). Production and Application of Chitin and Chitosan. En: Chitin and Chitosan p. 161- 170. G.Skjak-Braek (Ed). Elsevier Applied Science. 860 p.
7. **Caceda, M.** (1990). Determinación del Grado de Rancidez Oxidativa del Jurel en Almacenamiento Refrigerado. Tesis de Ingeniero Pesquero. U.N. Agraria La Molina. Lima. Mimeografiada. 75 p.
8. **Carroad, P. y Tom, R.** (1978). Bioconversión de Restos de Quitina de Crustáceos Marinos. J.of Food Sc.Vol 43,345-349
9. **Castañeda, F.** (1971). Estudio de Conservación de Filetes de Tollo y Merluza Sometidos a Diferentes Tratamientos Químicos Empacados y Mantenidos en Refrigeración. Tesis de Ingeniero Pesquero. UN Agraria La Molina. Lima. Mimeografiada. 90 p.
10. **Ciarlo, A.** (1985). Storage Life of Frozen Patagonian Hake Filleted and Minced. J. Food Sc. Vol 50, p.725-726.
11. **Coghlan Andy.** (1991). Technology: Shellfish stop the rot in fruit. New Scientist 19, 1991.
12. **Connell, J. y Howgate P.** (1971). Consumer Evaluation of Fresh and Frozen Fish. En "Fish Inspection and Quality Control". Kreuzer (Ed). Fishing News (Books) Ltd. 290 p.
13. **Connell, J.J.** (1980). Control of Fish Quality. Fishing News Books Ltd. 2nd. 223 p.
14. **Deng, J.; Mathews, R. y Watson, C.** (1977). Effect of Chemical Physical Treatments on Rancidity Development of Frozen Mullet Fillets. J.of Food Sc.Vol 42, 344-347.
15. **Herrmann, K.** (1976). Alimentos Congelados: Tecnología y Comercialización. Edit. Acribia, Zaragoza. 285 p.
16. **Hirano, S.; Senda, H.; Yamamoto, Y. y Watanabe, A.** (1984). Several Novel Attempts for the Use of the Potential Functions of Chitin and Chitosan. En "Chitin, Chitosan and Related Enzymes". Academic Press Inc. 570 p.
17. **Huss, H. H.** (1986). El Pescado Fresco, su Calidad y Cambios de Calidad. ONU/FAO. Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional (DANIDA). Roma. 270 p.
18. **ITINTEC** (1984). Norma Técnica Nacional N° 041.002. Pescado Congelado en Filetes. Diciembre 1984.
19. **Kienzle-Sterzer, C. and Rodriguez-Sanchez, D.** (1984). Solution Properties of Chitosan: Chain Conformation. En "Chitin, Chitosan and Related Enzymes". Academic Press
20. **Kinumaki, T.; Iida, H. y Shimma, H.** (1970). Changes in Lipid Components During Frozen Storage of Fish. Bull. Tokai N°61, 354-357.
21. **Knorr, D.** (1982). Functional Properties of Chitin and Chitosan. J. of Food Sc. Vol 47, 593-595.
22. **Knorr, D.** (1991). Recovery and Utilization of Chitin and Chitosan in Food Processing Waste Management. Food Technology January, 114-122.
23. **Licciardello, J.; Ravesi, E. y Allsup, M.** (1980). Extending the Shelf Life of Frozen Argentine Hake. J. of Food Sc. Vol 45, 1312-1317.
24. **Love, R.** (1969). Anomalous Behaviour of Frozen Cod. En "Freezing and Irradiation of Fish" Kreuzer (Ed). Fishing News Books, 290 p..
25. **Lupin, H.; Giannini, D.; Soule, C. y Boeri, L.** (1980). Storage Life of Chilled Patagonian Hake. J. of Food Tech. Technology Vol 15, 285-300.
26. **Muzzarelli, R.** (1978). Chitin. Faculty of Medicine University of Ancona, Italy. Pergamon Press. 385 p.
27. **O'mahony, M.** (1982) Some Assumptions and Difficulties with Common Statistics for Sensory Analysis. Food Technology Nov. 1982, 75-80.
28. **Sinhuber R. y Yu.** (1977). The 2-thiobarbituric acid reaction. J. Jap. Oil Chem.Soc. Vol 23, 259-267.
29. **Shono, T. y Toyomizu, M.** (1973). Lipid Alteration in Fish Muscle During Cold Storage. Bull.Jap.Soc.of Sci. Fish. Vol 39, 411-416.
30. **Tanaka, S.** (1979). Biochemical Studies and Wintering of Culture Carp III. Changes in Moisture Content Holding Capacity of Carp Muscle. Japanese Bull. Vol 32, 39-44.
31. **Toyomizu, M. y Hanaoka, K.** (1980). Lipid Oxidation of the Minced Ordinary Muscle of Fish at -5°C and the Susceptibility to lipid oxidation. Bull. Japanese Society of Scientific Fisheries. Vol 45, 1011-1017.

32. **Toyomizu, M.; Hanaoka, K. y Nakamura, T.** (1980). Lipid Oxidation in the Skin during Storage of Fish at -5°C and the Susceptibility Predictable for Lipid Oxidation. Bull. Jap. Soc. of Sc. Fish. 46, 1011-1017.
33. **Vicetti, R. y Palma, J.** (1984). Susceptibilidad a la Oxidación de los Lípidos de la Sardina Entera Congelada a -5°C. Bol. Inv. ITP. (2), p. 45-56.
34. **Wakao, A. y Palma J.** (1983). Evaluación de Frescura en Jurel y Sardina empleando Valor K Bases Volátiles Nitrogenadas Boletín Investigación, Año I N°1, p.37-44. ITP del Perú.
35. **Watabe, S. y Hashimoto, K.** (1987). Temperature Conditions for Frozen Storage of Representative Marine Products in Japan. Food Reviews International 2 (3), 353-393.
36. **Whiting de Penna, M.** (1981). Evaluación Sensorial, una Metodica que mide calidad. Alimentos, vol 6, N° 1, p.25-31
37. **Zaitsev M.** (1965). Preservation of Fish Products by Refrigeration. Pub.by the Israel Program for Scient. Translation Distrib. by Humphrey H. Ltd. London. 2nd Ed.