

Imitación de carne de cangrejo texturizado por congelación

SANTOS MAZA RAMIREZ, HECTOR RIVAS PLATA CABRERA

Programa de Alimentos Congelados

Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Carretera a Ventanilla Km 5.2 Callao.

RESUMEN

En este trabajo se describe las experiencias realizadas para la obtención de un nuevo producto llamado imitación de carne de cangrejo. El texturizado por congelación, se obtiene mediante la formación de fibras cárnicas; la cual ocurre por el fenómeno de esponjamiento de la emulsión de una mezcla de pasta de pescado (75%) con carne de marisco (25%), durante el proceso de congelación, a una temperatura de -15°C durante 20 horas.

El producto cuando se calienta se cuece al vapor, se gelifica originando una textura firme y elástica, similar a la carne de cangrejo natural.

ABSTRACT

Imitation of crabmeat by freeze-texturized was obtained. Formation of meat fibers occur by the spongy phenomenon when a mixture of fish meat paste (75%) and shellfish meat(25%) was emulsified at -15°C for 20 hours.

The product becomes gelified when steam heat was applied, showing a firm and elastic texture similar to the natural crab meat.

INTRODUCCION

Los productos de imitación de mariscos, tales como la carne de cangrejo y carne de concha de abanico, son elaborados a base de la pasta de pescado, la que por su alta concentración en actomiosina (proteína miofibrilar) luego de solubilizada en sal, adquiere la capacidad de ser laminada, extruída, estirada, enrollada, y que al ser sometida al calor gelifica, originando una textura fuertemente elástica explicado por varios autores(9,12,13,17). Esta característica de la textura, es el resultado de

la reticulación del coloide sol extruído o laminado durante el calentamiento.

La reticulación es el fenómeno de formación de redes estructurales tridimensionales, por una agregación ordenada de las cadenas polipeptídicas alfa-helicoidales de las proteínas, las cuales pueden estar o no desnaturalizadas, lo que determina su fijación (12,17,21). Debido a esta propiedad de reticulación de las proteínas de pescado a temperatura ambiente se requiere de un moldeado o extruído rápido, inmediatamente después de la formación del coloide Sol, antes de que se reticule como Gel, a fin de

obtener una textura firme y uniforme en el producto final (9,13).

El producto así elaborado presenta un arreglo en forma de manojo de fibras paralelas envueltas por láminas delgadas o en forma de fibras enrolladas en forma de hebra. Ellas tienen aceptación comercial actualmente, debido a la propiedad gelificante de la actomiosina de la pasta de pescado, a diferencia de los productos de imitación de la proteína de soya que no han tenido la misma aceptación (3,12,17,23,26). Similarmente los productos texturizados por calor mediante la reticulación de la carne molida de aves extruídas o laminadas, han tenido aceptación (1,2,15).

La reticulación de las proteínas de pescado por el calor, es alterada o retardada por dos causas fundamentales, primero, mediante la influencia de la desnaturalización de la actomiosina por la baja frescura del pescado; segundo, por la interferencia de las proteínas sarcoplasmáticas y estromas presentes en la carne molida sin lavar y sin refinar; las cuales son posibles inhibidores de la formación de redes estructurales de actomiosina en la gelificación por el calor explicado por diversos autores (10,12,14,22,25). Esta alteración o inhibición de la reticulación de las proteínas del pescado durante el tratamiento térmico se denomina fenómeno de ablandamiento del gel, que es desfavorable para la texturización por calor (imitación) de productos de mariscos.

La pasta de pescado con baja capacidad de gelificación y las proteínas sarcoplasmáticas que inhiben la reticulación, son favorables para la preparación de una emulsión por congelación, con la cual se obtiene la formación de fibras cárnicas. Este proceso ha sido denominado texturización por congelación (16,17,18,19). El producto texturizado por congelación se fundamenta en la formación de las fibras cárnicas por el fenómeno de esponjamiento de la emulsión de la pasta de pescado durante el proceso de congelación en un régimen de temperatura de -15°C ó -20°C . En este proceso se utiliza la carne molida de pescado con una mezcla de pasta de pescado (16,19).

El producto texturizado por congelación, presenta una configuración de fibras similar a una sección de carne (16).

El método de texturización por congelación es adecuado para la elaboración de productos de imitación, mediante la mezcla de la carne molida de cualquier especie con la pasta de pescado. La imitación de mariscos se pueden conseguir saborizando con extractos naturales o sintéticos combinados con potenciadores de sabor y aroma, que son componentes solubles en agua (aminas, amino ácidos, ácidos orgánicos y nucleótidos comúnmente utilizados (3,4,5,6,7,8,11,24).

Los componentes del sabor y aroma del cangrejo son la mezcla de nucleótidos, ácidos orgánicos, azúcares, amino ácidos, sales minerales y fosfatos(6,7). También existe en el mercado externo, extractos sintéticos de cangrejo, concha de abanico y langostino que son usados actualmente en los productos de imitación de mariscos con texturización al calor (3,6,26).

La utilización de la pasta de pescado con mezcla de carne de marisco presenta problemas de alteración de la textura, debido a una baja capacidad de gelificación, que da origen a una fibra menos elástica al estirado. Este problema ocasionado por inhibición de la formación de redes estructurales por presencia de proteínas sarcoplasmáticas o solubles en agua, pueden ser aprovechado como agentes emulsificadores de la pasta en la texturización por congelación, tal como en la experiencia hecha para la imitación de bistec de Sardinna(16).

En el presente experimento, se pretende determinar la elaboración de imitación de carne de cangrejo mediante la texturización por congelación, en base a una mezcla de pasta de pescado con los residuos de langostino y cangrejo de las plantas congeladoras, a fin de obtener un producto similar a la pata de cangrejo, tanto por la presentación de fibras como por la forma, sabor y color.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima y tratamiento.

Para los ensayos experimentales, se utilizaron liza "*Mugil cephalus*" y residuos de langostino "*Pennaeus vannamei*" y cangrejo "*Cáncer polydon*". en cantidades de 60 kg de pasta de liza, 15 kg de residuos de colas rotas de langostino y 5 kg de residuos de las patas rotas de cangrejo.

Para la elaboración del producto se utilizó almidón, cloruro de sodio, azúcar, clara de huevo, manteca de cerdo, aceite vegetal, vino blanco, trifosfato de sodio, glutamato monosódico glicina, hidrolizado de proteína vegetal, ácido succínico, ácido láctico, colorante rojo y colorante anaranjado, del mercado local.

Preparación de la Pasta: se separó la pulpa de liza, mediante un equipo descarnador con una criba de 3 mm de diámetro. La pulpa libre de espina, hueso y piel fue lavada 4 veces en agua fría en una proporción de uno de carne y cuatro de agua a fin de eliminar la mayor parte de los componentes solubles en agua, tales como la sangre, sales minerales y los componentes del olor y sabor, como la grasa y los pigmentos (12,25). La carne en el último lavado, se pasó a una bolsa de nylon, a fin de eliminar el exceso de agua; luego se deshidrató en una prensa hidráulica a una presión de 10 kg/cm² durante 10 minutos. Esta carne deshidratada, se pasó a un refinador para eliminar los residuos de espinas, escamas, piel ventral y pigmentos obteniéndose una carne de color más blanca.

La carne refinada, se mezcló con 5% de azúcar y 0.2% de trifosfato de sodio para su congelación y almacenamiento. Esta carne congelada se denomina pasta de pescado (12).

Preparación de la carne de mariscos: Los residuos de carne de mariscos libres de partículas de su caparazón, se pasó por un molidor de carne, con una criba de 4 mm de diámetro,

luego fue congelado y almacenado hasta su utilización en las pruebas de imitación.

Preparación de la emulsión y texturización

El proceso de elaboración fue el siguiente: descongelado, emulsificado, moldeado, tinción, texturizado, porcionado, cocido, enfriado, envasado y congelado o refrigerado.

La emulsión fue preparada a base de la pasta de liza con residuos de carne molida de langostino y cangrejo, mezclado con los ingredientes de la Tabla 1, en un cortador mezclador similar al método de elaboración del bistec de pescado (16,18).

TABLA 1. Fórmula óptima para la elaboración de la imitación de carne de cangrejo.

INGREDIENTES	Porcentaje	
	Carne interna	Carne superficial(c)
CARNES		
Pasta de liza	75.00	100.00
Carne de langostino	20.00	---
Carne de cangrejo	5.00	---
TOTAL	100.00	100.00
INSUMOS(a)		
Cloruro de sodio	2.00	2.00
Almidón	3.00	3.00
Clara de huevo	10.00	10.00
Vino blanco	1.50	-
Azúcar	1.00	-
Glutamato monosódico	0.25	0.25
Aceite vegetal	2.50	-
Saborizante de cangrejo	0.76	-
Agua fría	25-30	30-40
Colorante (b)	-	0.04

(a) Porcentaje referido al peso de la carne total.

(b) Mezcla: colorante rojo al 25% y amarillo al 75%.

(c) Pasta teñida, es un 10% de la carne blanca del producto.

Para el moldeado de la emulsión se utilizó un molde rectangular de aluminio de dimen-

sión estándar industrial (48x25x6 cm). La emulsión se llevó a una altura de 15 mm para darle forma y espesor al producto. La pasta moldeada se le cubrió con una pasta de color similar al cangrejo (Figura 1), se colocó una lámina de plástico de 170 micras de espesor, a fin de conseguir la separación entre las capas moldeadas. El bloque fue completado con tres capas en la misma forma de operación que la primera. Las cuatro capas formaron un bloque de 7.5 kg (cubiertas con un cartón parafinado). Los bloques fueron colocados en un congelador de aire forzado a -15°C durante 20 horas para su texturización. El producto texturizado se congeló hasta alcanzar la temperatura central de -20°C y se almacenó en la cámara de conservación.

El bloque fue dividido en porciones (palitos de 8.15x2.00x1.5 cm) para cocción al vapor por 10 minutos (16). El producto cocido, luego del enfriado se envasó y congeló para su almacenamiento y distribución. En caso de consumo inmediato, se refrigeró por 48 horas.

Ensayo experimental

En el ensayo de preparación de la emulsión de la pasta de pescado con marisco se empleó manteca de cerdo y aceite vegetal al 2.5, 7.5 y 15%, con respecto al peso de la carne, a fin de determinar la influencia de la emulsión sobre la formación de fibras texturizadas por congelación.

Para determinar la proporción adecuada de la mezcla, se efectuaron los siguientes ensayos: carne de marisco/pasta de pescado: 00/100, 25/75, 50/50 y 85/15.

Para determinar el color superficial del producto similar al color del cangrejo se emplearon soluciones de colorante rojo y amarillo al 1% en las siguientes proporciones, rojo/amarillo: 20/80, 25/75, 15/85 y 10/90.

Análisis químico

La pasta de liza y producto texturizado antes y después de la cocción, fueron sometidos a análisis químico para determinar su composición proximal. El contenido de humedad por el

método de secado en estufa a 105°C por 24 horas, la proteína total por el método de Micro-Kjeldahl, la grasa por el método de extracción con éter etílico en Soxhlet y la ceniza por el método de calcinación en la mufla a 550°C.

Análisis físico

La distribución y longitud de las fibras texturizadas fueron medidas con un calibrador (16,18).

El control de la propiedad de retención de agua consistió en determinar la cantidad de exudado y la capacidad de retención del agua del producto texturizado cocido, por el método de compresión aparte del exudado libre, que es el fluido liberado por goteo sin influencia de fuerza externa (16,20). La pérdida de cocción se controló en una porción de 8.15x2x1.5cm. después de la cocción al vapor por 10 minutos, previo drenado y enfriado hasta 40°C (16).

Evaluación sensorial

El examen global de la textura, sabor, olor, y color de la imitación de los palitos de cangrejo fueron realizados en la carne cocida al vapor. Los evaluadores emitieron sus juicios sobre la textura, basados en las propiedades físicas, firmeza, elasticidad y acuosidad antes de la masticación; fibrosidad, dureza, y jugosidad al final de la masticación (13).

La evaluación del sabor y olor de la imitación de carne de cangrejo fue controlado en base a la intensidad del sabor y aroma al cangrejo. El perfil de evaluación de la intensidad del sabor y aroma, y aceptabilidad de la imitación de la carne de cangrejo, se describe como sigue:

Intensidad de sabor y olor al cangrejo	Aceptabilidad del producto
5= Muy fuerte a marisco	5= Muy bueno
4= Fuerte a marisco	4= Optimo
3= Perceptible a marisco	3= Estándar
2= Poco perceptible	2= Aceptable
1= Imperceptible	1= Malo
0= Diferente a marisco	0= Muy malo

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Tabla 2, se muestran las experiencias efectuadas, para determinar la influencia de la pasta emulsificada con aceite vegetal y con manteca de cerdo, en la formación de la longitud de las fibras de imitación de carne de cangrejo texturizado por congelación a -15°C por 20 horas. En los tratamientos con aceite y manteca al 15%, no se obtiene ningún efecto positivo sobre la formación de fibras de mayor tamaño siendo la medición de la longitud de fibras promedio de 2.5 mm en ambos casos, presentando una apariencia similar a la esponja, considerandose una mala texturización (16).

Cuando, se disminuye el aceite y la manteca al 7.5% no se obtiene mejoría notable en la formación de fibras de mayor longitud, alcanzando solamente un valor promedio de longitud de 13mm en límite de tolerancia en el tratamiento con el aceite y una longitud promedio de 9 mm por debajo del límite de tolerancia en el tratamiento con manteca(16,18). Pero, cuando se disminuye el aceite y la manteca al 2.5%, se obtiene una buena longitud de las fibras, aunque se observa mayor longitud de las fibras (en promedio 32 mm) con el aceite, en

comparación con la manteca donde alcanza solamente un valor de 20 mm.

El desarrollo de la formación de fibras, parece ser inversamente proporcional a la cantidad añadida de aceite a la pasta, porque las fibras disminuyen significativamente en su tamaño y espesor cuando se incrementa el aceite o la manteca más del 7.5%. Este comportamiento, puede ser atribuido a la inestabilidad de la emulsión causada por el fraccionamiento o desintegración de las partículas de aceite suspendidas en la solución proteica. En esta forma aumenta la superficie de las partículas del aceite, imposibilitando la envoltura de éstas con las proteínas solubilizadas, por lo que se produce una mezcla de fibras pequeñas y delgadas con áreas no fibrosas durante la texturización por congelación (19).

En la Tabla 3, se muestran las evaluaciones de las propiedades físicas de la textura de imitación de carne de cangrejo texturizada por congelación a -15°C por 20 horas entre la pasta de pescado emulsificada con aceite al 2.5% y la pasta de pescado sin emulsificar, teniendo una mayor probabilidad de aceptación del producto con la pasta emulsificada comparado con la pasta sin emulsificar.

TABLA 2. Efecto de la pasta emulsificada con aceite vegetal y manteca de cerdo sobre la longitud de la fibra

Número Observaciones	Longitud de fibras en mm					
	Aceite/carne (%)			Manteca/carne (%)		
	2.5	7.5	15.0	2.5	7.5	15.0
1	30.0	10.0	1.0	18.0	6.0	2.0
2	25.0	9.0	0.5	12.0	5.0	3.0
3	30.0	12.0	2.0	17.0	15.0	5.0
4	35.0	15.0	4.0	25.0	9.0	1.0
5	40.0	20.0	5.0	20.0	10.0	1.5
\bar{X}	32.0	13.0	2.5	20.4	9.0	2.5
D.E.(±)	5.7	4.4	1.9	3.2	3.9	1.6

TABLA 3. Puntajes de la evaluación de textura en imitación de carne de cangrejo con pasta emulsificada con aceite vegetal al 2.5%(A) y pasta sin emulsificar(B).

MASTICACION DEL PRODUCTO												
Puntaje (x)	Acuosidad		Firmeza		Elasticidad		Fibrosidad		Dureza		Suculencia	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
5	3	0	2	0	2	0	1	0	2	0	1	0
4	2	0	2	0	2	0	4	0	3	0	4	0
3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
1	0	2	0	3	0	3	0	2	0	4	0	2
0	0	2	0	2	0	2	0	3	0	0	0	2
\bar{X}	4.6*	0.8**	4.2	0.6	4.2	0.6	4.0	0.6	4.4	1.2	4.2	0.8
D.E.(±)	0.5	0.6	0.8	0.35	0.8	0.35	0.8	0.35	0.5	0.4	0.45	0.6

*: $\bar{X}_A = \frac{\sum x-A}{n}$ **: $\bar{X}_B = \frac{\sum x-B}{n}$

El producto con la pasta emulsificada con aceite, muestra valores promedio de puntuación mayor de 4, con respecto a la de textura, indicando una mayor aceptación.

El producto con pasta sin emulsificar, presenta calificaciones de rechazo por la mala presentación de la textura alcanzando unos valores cercanos a cero. De acuerdo a estas experiencias, se establece un óptimo de aceite vegetal al 2.5%, para emulsificar la pasta de pescado, debido a la obtención de fibras de mayor longitud sin afectar las propiedades físicas de textura del producto.

En la tabla 4, se muestran los resultados de la evaluación del sabor y olor de la imitación de carne de cangrejo con la mezcla de diferentes proporciones de carne de marisco con la pasta de pescado. En estos resultados, se obtiene una indicación sobre el efecto de la carne de marisco en diferentes proporciones en la intensidad del sabor y olor al cangrejo del producto elaborado con la pasta de pescado.

En un primer ensayo, con un tratamiento de 100% de pasta de pescado como muestra control, no se detectó ninguna percepción a marisco, alcanzando un valor promedio de 0.9 puntos y con un valor promedio de aceptación de 1.6 puntos, que representa una calificación

de rechazo. Cuando se hizo una mezcla de 25% de marisco y 75% de pasta de pescado, se obtuvo una ligera mejoría de la intensidad del sabor y olor a cangrejo, alcanzando una puntuación promedio de 2.2, con una probabilidad de aceptación que alcanza un valor promedio igual que el valor estándar de 3 puntos. Se obtiene un buen incremento de la intensidad el sabor y olor a cangrejo a una proporción de 50 y 85% de marisco, siendo los valores promedio más altos que el valor óptimo, indicando una mayor probabilidad de aceptación del producto.

El uso de marisco a proporciones mayores de 25%, implicaría un incremento en el costo de producción; por lo que hace suponer que su aplicación a nivel industrial sería muy limitado. En base a esta consideración, se han efectuado la optimización del producto con 25% de marisco mediante el uso de saborizantes de cangrejo, como se muestra en la Tabla N° 5.

El producto optimizado con la adición de saborizantes de cangrejo, alcanza un valor promedio de 3.8 de intensidad perceptible a marisco, mostrando una mayor probabilidad de aceptación, con un valor promedio de evaluación más alto que el valor óptimo de 4.4 puntos. Según estas pruebas, se puede deducir que un tratamiento con 0.76% de saborizante en una

TABLA 4. Evaluación del sabor y olor de la imitación de carne de cangrejo con diferentes proporciones de marisco y pasta de pescado.

PROPORCION DE LA MEZCLA		EVALUACION DEL SABOR Y OLOR DEL PRODUCTO(X±D.E)	
Marisco (1)	Pasta (2)	Intensidad (3)	Aceptabilidad (3)
0%	100%	0.9±0.6	1.6±0.5
25%	75%	2.2±0.6	3.0±0.6
50%	50%	4.1±0.5	4.2±0.4
85%	15%	4.9±0.2	4.9±0.2

(1) Marisco: con carne de cangrejo (20%)y de langostino(80%).

(2) Pasta de liza.

(3) Los valores promedios de cinco evaluaciones del jurado

TABLA 5. Evaluación del sabor y olor de la imitación de carne de cangrejo, con mezcla de pasta de pescado al 75% y marisco al 25% con saborizantes (A) y sin saborizantes (B).

Evaluadores	EVALUACION DEL SABOR Y OLOR DEL PRODUCTO			
	Intensidad		Aceptación	
	A	B	A	B
1	4.0	2.5	4.5	3.0
2	4.5	2.5	4.5	3.0
3	3.5	2.0	4.0	3.5
4	4.0	3.0	4.0	3.0
5	3.0	3.0	5.0	2.5
$\bar{X} \pm D.E$	3.8±0.6	2.6±0.4	4.4±0.4	3.0±0.3

mezcla de marisco al 25% con 75% de pasta de pescado, es suficiente para incrementar la intensidad del sabor y olor natural del marisco. Este efecto de exaltación del sabor en la imitación de carne de cangrejo, probablemente se deba a la acción combinada de los ácidos orgánicos con los aminoácidos, que actúan como resaltadores del sabor de la carne de marisco (3,6,7).

El saborizante de cangrejo para la optimización del producto, presenta los siguientes componentes en relación al peso total de la carne:

COMPONENTES	PORCENTAJE
Hidrolizado de proteína vegetal (V/P).....	0.50
Glicina.....	0.20
Acido láctico.....	0.01
Acido succínico.....	0.05
TOTAL	0.76%

De acuerdo a esta mezcla, se puede establecer una relación entre ácido láctico/ácido

succínico: 1/5, como una condición óptima para generar el mejor sabor a cangrejo, debido al efecto de potenciador del sabor por la mayor cantidad del ácido succínico. Puede considerarse como una explicación aceptable la relación de la cantidad total de ácido orgánico tres veces menor que la cantidad total de aminoácidos presentes, para producir los efectos de simulación de marisco por saborizantes artificiales (3,4,5,6,7,11).

En la Figura 1, se muestra los resultados de las experiencias efectuadas para teñir la pasta de pescado imitando la coloración superficial del producto similar al cangrejo, usando una mezcla de colorantes (grado alimenticio) rojo/amarillo en diferentes proporciones. De acuerdo a los resultados de estos ensayos, se puede establecer que la mejor coloración del producto se obtiene con la pasta teñida con una mezcla de colorantes al 0.04%, en una proporción de 25% de colorante rojo y 75% de colorante amarillo.

En la Figura 2, se muestra el efecto de la imitación de la coloración de la carne de cangrejo, mediante la adición de la pasta de pescado teñida, sobre la pasta emulsificada sin colorantes (Figura 2-a). Esta pasta teñida, se adhiere en forma de una película sobre el producto durante el proceso de texturización por congelación y permanece fija sobre la carne texturizada sin perder su coloración inclusive durante la operación de división en porciones del bloque al estado congelado (Figura 2-b), en el proceso de cocción (Figura 3-a) y el proceso subsiguiente de congelación y descongelación (Figura 3-b).

En la Tabla 6, se muestran los resultados de las propiedades de retención de agua en la carne de cangrejo texturizada descongelada, observándose un pequeño aumento de exudado y descenso ligero de la capacidad de retención de agua y contenido de humedad, en las muestras sometidas a cocción a vapor por diferente tiempo, después de un mes de almacenamiento a -20°C . Estos resultados se producen en función del prolongamiento del tiempo de cocción, aunque los valores más altos de exudado y más bajo de retención, son alcanzados des-

pués de 30 min. de cocción. Luego de este período, dichos cambios no son tan significativos. Esta pérdida de capacidad de retención del producto texturizado descongelado, se debe probablemente a la carencia de ligamiento del agua por la desnaturalización de la proteína al coagularse durante la cocción; debido a ello se producen mayor pérdida de fluido en los procesos subsiguientes de congelación y descongelación. Estos resultados indican una disminución de la propiedad de retención de agua del producto texturizado, cuando se somete a mayor tiempo de cocción, debido a la cual se produce probablemente una desnaturalización de su proteína, como consecuencia del ascenso de su temperatura interna del producto (1,2,15). En cambio, el producto texturizado sin cocción presenta una pequeña pérdida de exudado libre, alcanzando un valor promedio de 8.2%; lo cual es un valor considerablemente inferior al exudado libre de todas las muestras cocidas, cuyos valores están entre 13.5 y 15.8%. La liberación del fluido por goteo en el descongelado en forma espontánea, sin ninguna influencia de fuerza externa a excepción de la fuerza de gravedad, permite suponer que el producto texturizado sin cocción tiene facilidad para lograr hidratación mediante el ligamiento de las moléculas del agua de las proteínas que conservan propiedades funcionales en el congelado (12,16)

De los resultados del tratamiento térmico se deduce que la cocción al vapor del producto texturizado es 10 minutos, para mantener la propiedad de retención de agua del producto en la descongelación. Esta estabilidad parcial de las propiedades de mayor retención de agua por el producto, se debe probablemente a la menor desnaturalización de su proteína (Tabla 6).

El producto texturizado, al someterse a la cocción al vapor por 10 minutos, se gelifica por la coagulación de la proteína (9,12,13,17); fijando la configuración de las fibras cárnicas producidas por congelación, originando una textura firme y elástica similar a las carnes naturales (15, 17, 18, 19).

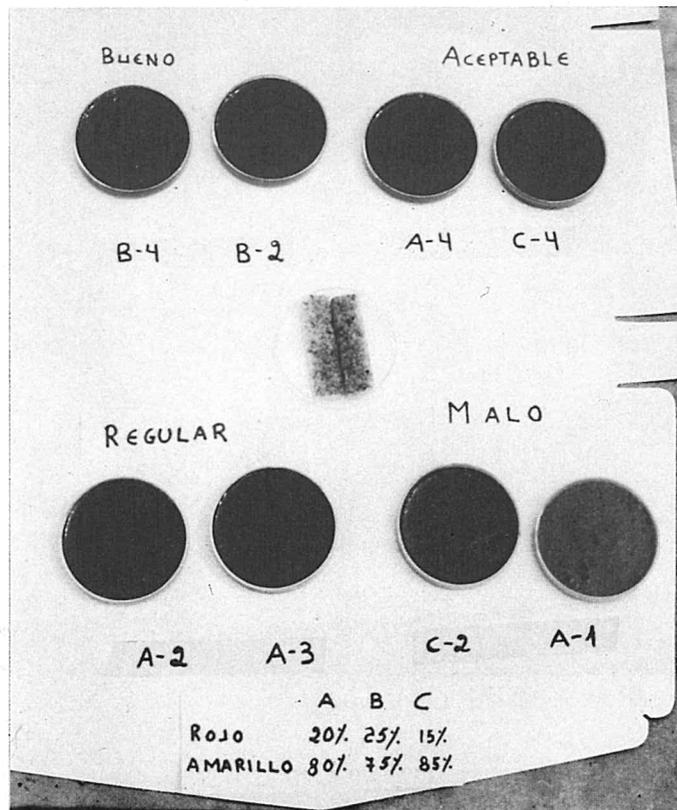
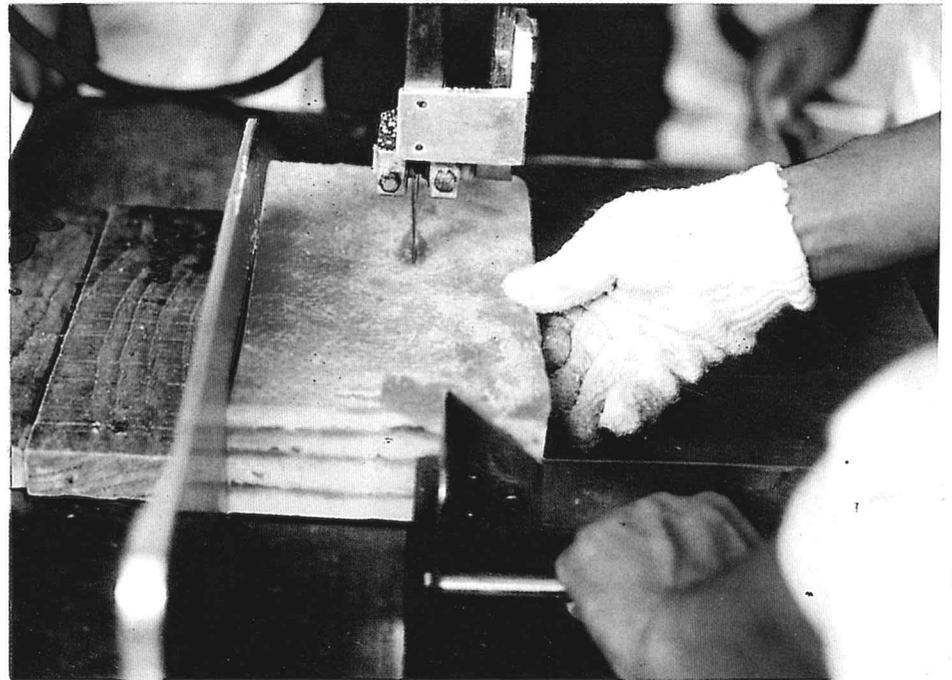


Figura 1. Calificación de la tinción de la pasta de pescado con diferentes proporciones de colorantes en comparación con el producto de imitación de cangrejo (centro).



a) Adición de la pasta de pescado teñida a la emulsión durante la operación de moldeado.



b) Coloración del producto congelado después de texturizado en la operación de porcionado.

después de la cocción y congelado.



a) Palitos de cangrejo texturizado después de la cocción a vapor.



b) Palitos de cangrejo texturizado después de congelado.

TABLA 6. Efecto del proceso de cocción sobre las propiedades de retención del agua de la imitación de carne de cangrejo texturizado por congelación, después de un mes de almacenamiento a la temperatura de -20°C.

Tiempo de cocción a vapor (Minutos)	Contenido de Humedad del producto congelado ($\bar{X} \pm D.E$) (%)	Producto descongelado ($\bar{X} \pm D.E$)				Capacidad de retención de agua (%)
		Exudados (%)				
		Libre	Expresible	TOTAL		
0(a)	78.1 ± 0.2	8.2±1.6	—	—	—	
10	76.8 ± 0.1	13.5±2.8	15.1±3.7	28.6±1.3	50.9±1.5	
20	75.7 ± 0.1	15.3±7.4	19.9±6.6	35.2±1.8	46.5±0.8	
30	75.7 ± 0.2	15.4±3.8	19.7±4.0	35.1±1.5	45.4±1.6	
60	75.6 ± 0.6	15.8±1.0	20.2±2.5	36.0±0.5	44.7±1.6	

(X) Los valores promedio representan cinco controles.

(D.E) Desviación estándar.

(a) Producto texturizado por congelación antes del proceso de cocción.

En la Tabla 7, se observan los valores globales óptimos de la evaluación organoléptica de la imitación de la carne de cangrejo texturizado por congelación; cuyos valores de manera general, muestran una indicación evidente de mayor probabilidad de aceptación del producto.

TABLA 7. Evaluación organoléptica de imitación de carne de cangrejo texturizado por congelación(a).

Evalua- ciones	Color	Olor	Sabor	Textura
1	5.0	4.5	4.5	5.0
2	5.0	4.5	4.0	4.5
3	4.5	4.5	4.5	4.5
4	4.0	4.0	4.5	4.5
5	4.0	4.0	4.5	4.5
\bar{X}	4.5	4.5	4.4	4.6
D.E.(±)	0.5	0.3	0.2	0.2

(a) Mezcla de pasta de liza al 75% con 25% de mariscos y 0.76% de saborizante de cangrejo, para su optimización del producto.

La composición química de la imitación de la carne de cangrejo, elaborada con pasta de liza y con mezcla de marisco; es similar a la composición de la carne natural; como se muestra en la Tabla 8.

TABLA 8. Composición química de la imitación de carne de cangrejo texturizado por congelación, cocido al vapor.

Componentes	Porcentaje
Humedad	75.6
Proteína	18.7
Grasa	2.5
Ceniza	1.2
Carbohidrato (Dif.)	2.0

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de la investigación, se puede confirmar la gran posibilidad de elaboración de la imitación de la carne de cangrejo, mediante texturización por congelación. La formulación óptima se consigue efectuando una mezcla de pasta de pescado (75%) con marisco (25%), mediante la adición

del saborizante de cangrejo al 0.76% con respecto a la carne total, obteniéndose con esto, valores de aceptabilidad similar al de la carne de cangrejo natural.

El producto optimizado, aún está sujeto a ser reformulado para aplicación industrial, dependiendo de la disponibilidad del recurso, del proceso de congelación, análisis de costo y estudio de mercado. Sin embargo, la tecnología de texturización por congelación para la imitación de la carne de cangrejo es de fácil aplicación en toda planta de congelado que procesa bloques de filetes de pescado en comparación con el método de texturización por calor, cuyo costo de inversión para la adquisición del equipo extractor requerido para la imitación de carne de cangrejo, equivale a un millón de dólares (23).

REFERENCIAS

1. Acton, J.C. (1973). Composition and properties of extruded texturized poultry meat. *J. Food Sci.* 38: 571-574.
2. Acton, J.C. (1972). The effect of meat particle size on extractable protein, cooking loss and binding strength in chicken loaves. *J. Food. Sci.* 37:240-243.
3. Akahane T.(1983). Process and formulations for surimi- based products. Pastries to peanuts. Alaska Fisheries Development Foundation 805 West Third Ave. Anchorage, Alaska 99501.
4. Hayashi T., Asakawa K., Yamaguchi and Konosu S. (1978). Studies on flavor components in boiled crabs. II. Nucleotides and organic bases in extracts. *Bull.Jap.Soc. Sci.Fish.*44:1357-1362.
5. Hayashi T., Asakawa K., Yamaguchi and Konosu S. (1979). Studies of flavor components in boiled crabs. III. Sugars, organic acids and minerals in the extracts. *Bull. Jap.Soc.Sci.Fish.* 45:1325-1339.
6. Hayashi T., Furukawa H., Yamaguchi K., and Konoso S. (1981) Comparison of taste between natural and synthetic extracts of snow crab meat. *Bull.Jap. Soc. Sci.Fish.* 47:529-534.
7. Hayashi T., Yamaguchi K. and Konosu S. (1981). Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J.Food.Sci.* 46: 479-483.
8. Hujita, M (1961). Studies on nitrogenous compounds in the muscle extract of prawn and shrimp. Ph.D. Dissertation, Kyoto University, Kyoto, Japan.
9. Itoh, Y., Yoshinaka R. and Ikeda S. (1979). Effects of sulfhydryl agents on the gel formation of carp actomyosin by heating. *Bull.Jap.Soc.Sci.Fish.*, 45:1023.
10. Ikeuchi, T. (1964). Enhancing effects of various Jelly-forming substances on Kamaboko Jelly. *Bull.Jap.Soc.Sci. Fish.* 30(1):75-81.
11. Konosu, S., Yamaguchi K. and Hayashi T. (1978). Studies of flavor components in boiled crabs I. Aminoacids and related compounds in the extracts. *Bull.Jap.Soc.Sci.Fish* 44:510-515
12. Lee, C.M. (1984). Surimi Process Technology. *Food Tech.* 38(11):69-80.
13. Lanier T.C. et al. (1982). Heat gelation properties of actomyosin and surimi prepared from atlantic croaker. *J. Food Sci.* 47:1021-1025.
14. Lee, C.M. and Toledo R. I. (1974). Factors of comminuted fish muscle. *J.Food Sci.* 41:391.
15. Maurer, A.J. (1979). Extrusion and texturizing in the manufacture of poultry products. *Food tech.* 4:48-51
16. Maza S., Muñoz A. y Hamamoto H (1983). Emulsión de la carne de pescado texturizado por congelación "Bistec de Sardina". *Bol.Inv.Ins.Tec.Pes.* N° 1. 1-18.
17. Maza, S. (1986). Pasta de pescado en la elaboración de productos congelados. Convenio ITP/JICA. II Curso Internacional de Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. Callao.
18. Maza, S., Hamamoto H. y Muñoz A. (1983). Evaluación de las características de la textura del Bistec. Manual de procesamiento y control de calidad del bistec de sardina congelada. *Inst.Tec.Pesq. del Perú.* 1(7):15-16.
19. Maza, S. (1985). Características de la carne de pescado para la elaboración de bistec. Proceso de texturización de bistec por congelación. Convenio de capacitación CERPER/ITP.
20. Maza, S. (1985). Evaluación física-organoléptica de productos pesqueros congelados. Convenio ITP/JICA. I Curso Internacional de Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. Callao.
21. Niwa, E., Matsubara Y. and Hamada I. (1982). Hydrogen and other polar bondings in fish flesh gel and setting gel. *Bull.Jap.Soc. Sci.Fish.* 48:667.
22. Niwa, E. and Masato M. (1971). Physic-chemical behavior of fish meat proteins. II. Reactivities of side group of polypeptide chains during setting of fish meat paste. *Bull. Jap. Soc.Sic. Fish* 37(9):884-890.
23. National Food Processors Association (1984). Surimi based food and seafood analogs proceeding of a conference held at the 77th. Annual Convention of the National Food Processors Association. February 14, 1984. Washington D.C.
24. Oishi, K., Aida A. and Yoshimura A. (1970). Amino acid composition and phosphorus in the extracts of scallop adductor muscle. *Bull.Jap.Soc.Sci.Fish.* 36:1226-1230.
25. Okada, M. (1964). Effect of washing on the Jelly forming ability of fish meat. *Bull.Jap.Soc.Sci.Fish.* 30(3):255-261
26. Thash. B. (1983). The Japanese kamaboko industry. Pastries to peanuts. Alaska Fisheries Development Foundation 805 West Third Avenue, Anchorage, Alaska 99501.
27. Vicetti, R. (1986). Solubilidad y gelificación de las proteínas miofibrilares. Convenio ITP/JICA. II Curso Internacional de Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. Callao.