

# EFFECTO DEL PROCESO DE DESHUESADO MECANICO EN LA ESTABILIDAD DE LAS GRASAS DE TRES ESPECIES DE PESCADO TROPICALES ALMACENADAS A $-10^{\circ}\text{C}$

*W. Gil<sup>1</sup>, M. I. Rodríguez<sup>1</sup>, M. Borges<sup>1</sup> y R. A. Bello<sup>1</sup>*

Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela

## RESUMEN

En Venezuela es necesario aprovechar al máximo las especies sub-utilizadas de pescado que se capturan con el camarón. Este trabajo tuvo por propósito evaluar la estabilidad de tres especies de pescados sub-utilizados: bagre, cunaro y caballa, con base en los cambios que pueden ocurrir en las grasas. Ello se hizo comparando tanto la parte comestible del pescaso sin deshuesar, como la carne deshuesada de cada uno de ellos.

La evaluación de los cambios se efectuó por medio de los índices de acidez y peróxido, con extracción previa de la grasa y el índice del ácido tiobarbitúrico (TBA). Por otra parte, se determinó el perfil de ácidos grasos de las tres especies investigadas, valiéndose de cromatografía de gases.

En todos los casos, la mayor alteración se detectó en la muestra deshuesada, obteniéndose los valores más altos, tanto de TBA como del índice de acidez en el tercer mes de almacenamiento en todas las especies; luego se notó una disminución de estos valores. Por otra parte, el índice de peróxido acusó valores heterogéneos en las tres especies analizadas a lo largo del almacenamiento.

Los ácidos grasos predominantes fueron: el palmítico (16:0) entre los saturados, y el oleico (18:1) entre los insaturados. En las tres especies se constató una mayor proporción de ácidos grasos insaturados. También se observó un incremento de éstos en la muestra deshuesada con respecto al pescado sin deshuesar.

## INTRODUCCION

El potencial que representan las máquinas deshuesadoras de pescado, constituye un gran paso hacia la utilización máxima de especies no convencionales. Ello se debe a que los inconvenientes que presentan debido a

---

Manuscrito modificado recibido: 12-4-85.

<sup>1</sup> Miembros del Departamento de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097, Caracas 1041A, Venezuela.

su apariencia, tamaño sabor y olor, textura o dificultades en su procesamiento —los cuales son generalmente los factores que limitan su aceptación— pueden solventarse mediante el uso de estas máquinas.

El proceso de deshuesado trae consigo algunas alteraciones en las propiedades físicas y químicas de la carne, tales como disminución en su contenido de humedad (1) y aumento en su contenido de grasa (2), entre otros.

Uno de los problemas más serios que presenta el pescado y sus productos, es el desarrollo de rancidez. Esto ocurre debido a que los lípidos que contienen, conllevan ácidos grasos altamente insaturados que los hacen susceptibles a ser atacados fácilmente por el oxígeno con producción correlativa de peróxidos, olores rancios y productos de polimerización.

Una vez que el pescado se somete al deshuesado mecánico, estos procesos se aceleran (3), ya que durante el deshuesado el músculo se transforma en partículas más pequeñas. Aumenta así la superficie efectiva en contacto con el oxígeno y, por lo tanto, se acelera el proceso de oxidación.

Se ha observado que la importancia del mecanismo de la deterioración del pescado congelado está determinado, principalmente, por el tipo y disposición de los lípidos en éste (4).

Las especies que tienen los lípidos de reserva en el músculo, están sujetas a la oxidación; por lo tanto, los mecanismos de descomposición comienzan a bajas temperaturas de almacenamiento.

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del deshuesado mecánico sobre la estabilidad de las grasas en tres especies de pescado tropicales durante su almacenamiento a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

## MATERIALES Y METODOS

Se obtuvieron del mercado local, lotes de aproximadamente 100 kg, de cada una de las especies siguientes: caballa (*Scomber colias Gmelin*), cunaro (*Pristipomoides sp*) y bagre (*Arius sp*). Estas eran mantenidas en hielo por los expendedores, desconociéndose el período entre la captura y el momento de la adquisición. Las especies fueron luego trasladadas al laboratorio ubicado en Caracas, donde de inmediato se procedió a su estudio.

El total de pescado de cada especie, después de eliminar cabezas y vísceras, se dividió en dos porciones de igual peso: una de ellas se pasó a través de una deshuesadora mecánica marca Paoli, Modelo 585-A19 y la porción comestible obtenida (carne de pescado deshuesada) se distribuyó en bolsas de polietileno con una capacidad aproximada de 1 kg. La porción restante se empacó en bolsas plásticas individuales para cada ejemplar. Todas las muestras fueron selladas y congeladas en un congelador de placas de doble contacto a  $-40^{\circ}\text{C}$  por cuatro horas. Luego se almacenaron a  $-10^{\circ}\text{C}$  por un período de cuatro meses para ser utilizadas mensualmente en la realización de los análisis respectivos, los que se efectuaron en triplicado.

Se determinó el contenido de humedad, grasa cruda, proteína cruda (N total x 6.25), cenizas, e índices de peróxidos y de acidez (5). La oxidación de las grasas se estableció por medio del índice del ácido tiobarbitú-

rico (TBA) (6), con ciertas modificaciones (7). Se realizó la extracción del material lipídico (8) con algunas modificaciones (9), procediendo luego al análisis de los ácidos grasos utilizando un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard con una columna de vidrio con DEGS (dietilen glicol succinato) de 1.85 m de longitud y 0.25 pulgadas de diámetro, previamente metilando los ácidos grasos (10).

Las condiciones bajo las cuales se realizaron las cromatografías fueron: temperatura inicial, 90°C; temperatura final, 170°C a razón de 20°C/min; tiempo de análisis, 40 min; temperatura del detector, 250°C; la velocidad del flujo del gas de arrastre fue de 50 ml/min. Las salidas de los gases fueron: nitrógeno 60 PSI; hidrógeno 30 PSI y aire 20 PSI.

Se utilizaron estándares de ácidos grasos, marca Sigma que correspondían a mezclas de ácidos grasos metilados llevados a una concentración del 10/o. Estas fueron analizadas bajo las mismas condiciones que las muestras para el proceso de su identificación. La proporción de cada ácido graso en la muestra llevada a la concentración de 10/o, se estimó a partir de las áreas obtenidas del procesador automático, Modelo 5840A, expresándose como porcentaje de área.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presenta la composición proximal de las especies estudiadas en las dos condiciones: pescados sin deshuesar y carne deshuesada de cada especie. Según se observa, los valores de humedad, cenizas y proteína cruda, presentan pequeñas variaciones dependientes de cada especie de pescado en particular y debido al proceso de deshuesado mecánico. Los valores de grasa cruda sufrieron un incremento luego del deshuesado, debido a la incorporación de la grasa depositada debajo de la piel por la presión ejercida por el separador mecánico, con lo que se elimina la grasa de los tejidos asociados a la misma (1). Los valores de grasa cruda entre especies son heterogéneos, apreciándose el mayor contenido en caballa, siendo el bagre la especie magra, y el cunaro la semigrasa.

Los valores de índice de acidez para las diferentes especies, tanto en su forma entera como deshuesada, se muestran en la Figura 1. Los valores de este índice tienden a aumentar a lo largo del período de almacenamiento; este incremento en la hidrólisis de los lípidos está asociado a un aumento en la liberación de la lipasa ácida de los lisosomas por efecto de las fluctuaciones de la temperatura durante el almacenamiento congelado (11). No obstante, las muestras sin deshuesar de cunaro y caballa, presentaron valores más altos que las muestras deshuesadas, a diferencia del bagre. Este comportamiento anómalo de las dos primeras especies es contrario a lo esperado, ya que la muestra deshuesada por el proceso en sí, contiene una mayor cantidad de lípidos. Por lo tanto, hay mayor cantidad de sustrato para la actuación de las enzimas lipolíticas, produciéndose así, mayor cantidad de ácidos grasos libres. Una probable explicación a este hecho es la posibilidad de que durante el proceso de deshuesado ocurra cierto daño a la estructura de las proteínas produciéndose su desnaturalización. Así, las enzimas presentes en el pescado, en este caso las lipolíticas, pueden haber sufrido cierto daño durante el proceso de deshuesado, disminuyendo su actividad y presentando, posiblemente, las

TABLA 1

## ANALISIS PROXIMAL DE LAS ESPECIES DE PESCADO CUNARO, BAGRE Y CABALLA ANTES Y DESPUES DEL PROCESO DE DESHUESADO MECANICO

Especie		Composición, %			
		Humedad	Proteína cruda*	Cenizas	Grasa cruda
Cunaro	E	78.5	18.3	1.5	1.1
	D	77.1	18.1	1.5	3.9
Bagre	E	79.1	19.1	1.1	0.8
	D	79.3	18.4	1.2	2.0
Caballa	E	73.3	22.8	1.3	3.2
	D	75.1	19.3	1.1	5.2

E = Pescado sin deshuesar.

D = Porción deshuesada de pescado.

\* Nitrógeno x 6.25.

correspondientes al bagre, más resistencia debido a algún otro mecanismo. Como se verá más adelante, se podría inferir cierta relación entre este índice y el de TBA, ya que existe una acumulación progresiva de ácidos grasos libres que al oxidarse pueden ser detectados a través del índice de TBA.

Existen diferencias en cuanto a los valores del índice de peróxido en el comportamiento entre las especies y, a su vez, para el pescado sin deshuesar y la carne deshuesada, a lo largo del período de almacenamiento (Figura 2). En el caso del bagre, la muestra sin deshuesar presenta valores más bajos, lo que está relacionado al efecto protector de la piel que dificulta la entrada de oxígeno al músculo, retardando la peroxidación y, obviamente, la poca cantidad de grasa que exhibe esta especie. Por otra parte, el cunaro y la caballa acusaron aumentos bruscos durante el primer mes y segundo de almacenamiento, respectivamente. Estos incrementos están relacionados con el proceso de peroxidación. Las dos especies sin deshuesar evidencian una disminución al final del almacenamiento, lo que puede asociarse a la descomposición de los peróxidos a compuestos carbonilos, tipo malonaldehído (12). Por el contrario, en las muestras deshuesadas esta reducción ocurre en momentos diferentes durante el almacenamiento, presentándose hacia el primer mes en la caballa, a partir del tercer mes en el cunaro, y en el segundo mes, en el bagre. En general, los valores de peróxido no revelan un patrón definido del comportamiento de las muestras durante el almacenamiento, debido a que las especies de pescado fueron obtenidas en el mercado local sin saberse con exactitud el tiempo transcurrido entre la captura y su expendio. Es posible que el nivel de oxidación, en el momento del inicio de los análisis, haya sido diferente para cada especie, aun cuando estas diferencias en tiempo no pudieron ser muy notorias.

En la Figura 3 se muestran los cambios de los valores de TBA de las tres especies bajo las dos condiciones en que se realizó el estudio. Todas

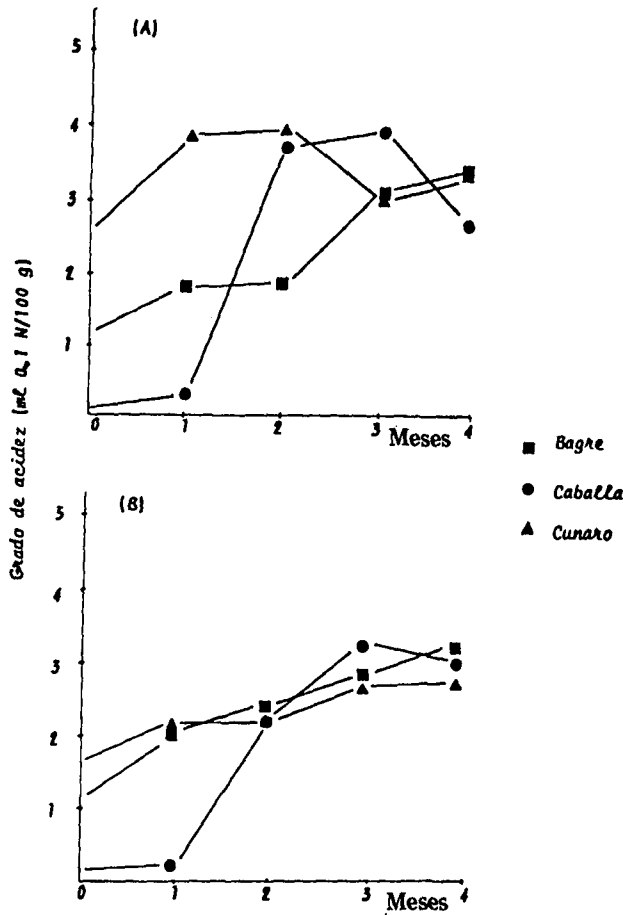


FIGURA 1

Valores del índice de acidez (expresados como grado de acidez = ml de álcali 0.1 N necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 100 g de muestra) en pescado sin deshuesar (A) y en carne deshuesada de pescado (B), almacenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  por el término de cuatro meses

las especies, como se aprecia, presentan un aumento hasta el tercer mes de almacenamiento, para luego disminuir, tanto en la muestra entera como en la deshuesada. Sin embargo, los valores de TBA en la muestra sin deshuesar son menores que los respectivos en la muestra deshuesada de cada especie a lo largo del período de almacenamiento. El aumento en los valores de TBA se debe al progreso en sí de la oxidación, en tanto que la disminución se ha tratado de relacionar, por una parte, a una interacción malonaldehído-aminoácido (13), o a un efecto retardador que ejerce una excesiva acumulación de ácidos grasos, producto de una hidrólisis excesiva sobre el proceso oxidativo (14). La diferencia en los valores de la muestra

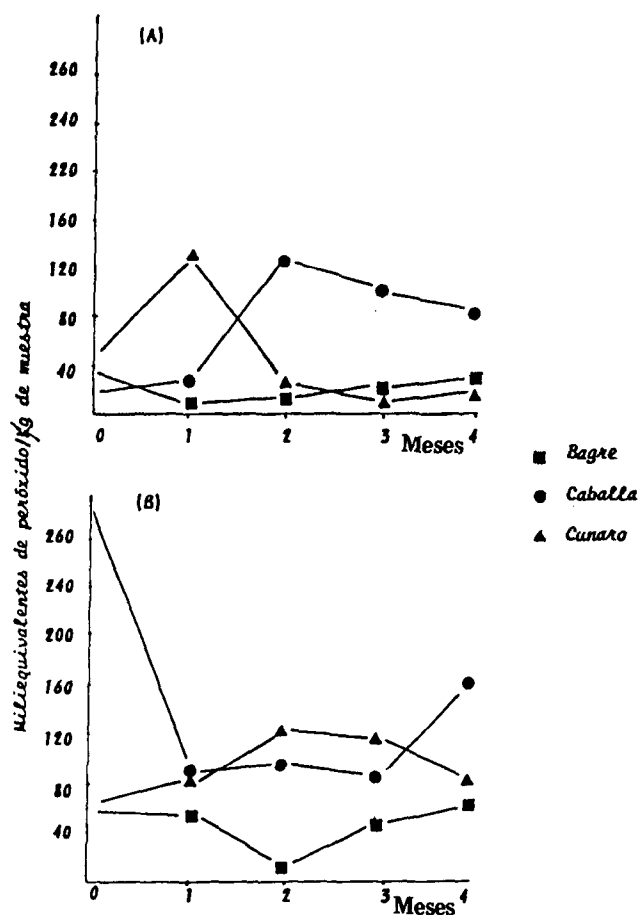


FIGURA 2

Valores del índice de peróxido en pescado sin deshuesar (A) y en carne deshuesada de pescado (B), almacenadas a  $-10^{\circ}\text{C}$  por el término de cuatro meses

sin deshuesar y la deshuesada, se relaciona con el efecto que la piel ejerce para proteger los lípidos del músculo a sufrir rancidez y, a su vez, con el efecto que el deshuesado mecánico ejerce sobre la organización de la estructura celular, aumentando la susceptibilidad de los lípidos a ser atacados por el oxígeno (15).

Con respecto a las especies, el bagre mostró los menores valores, mientras que caballa acusó los más altos, lo que se relaciona al contenido de grasa de las respectivas especies.

Los valores porcentuales de ácidos grasos presentes en las diferentes especies, tanto en la muestra sin deshuesar como deshuesada, se presentan en la Tabla 2, observándose en todas ellas una mayor proporción del total

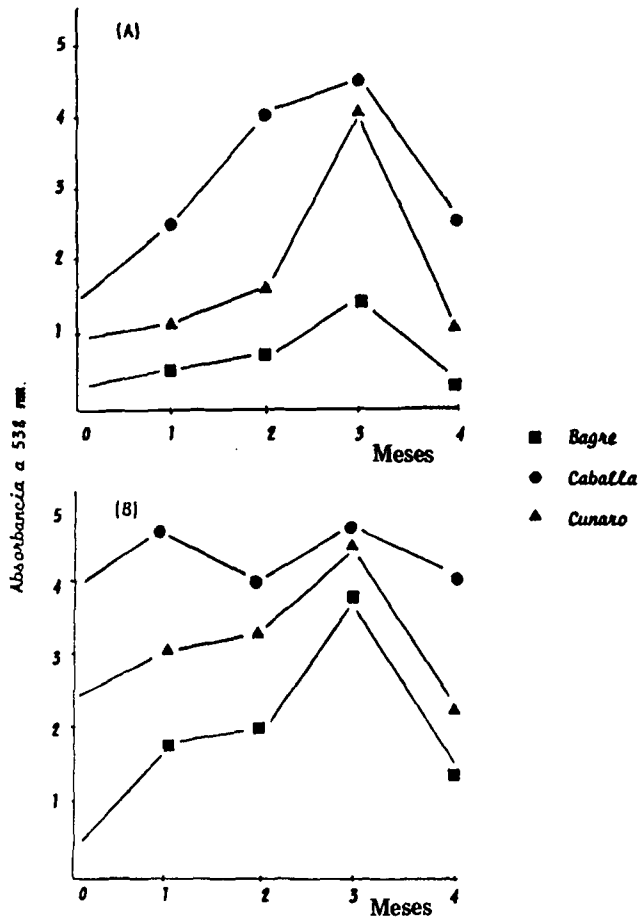


FIGURA 3

Valores de ácido tiobarbitúrico (TBA) en pescado sin deshuesar (A) y en carne deshuesada mecánicamente (B), almacenadas a  $-10^{\circ}\text{C}$  por el término de cuatro meses

de ácidos grasos insaturados. En las muestras enteras de las tres especies, el ácido palmítico (16:0), fue el predominante entre los saturados, mientras que entre los insaturados predominaron el ácido oleico (18:1) y el palmítoleico (16:1) en todas las especies, siendo el de mayor proporción en la totalidad de las muestras, el oleico. En las muestras de bagre y cunaro deshuesado se observaron valores de ácidos grasos relativamente mayores en relación a las muestras sin deshuesar; esto puede sugerir que ciertos ácidos grasos se encuentran ubicados principalmente a nivel de la piel o depósitos, y que los mismos son incorporados a través del proceso de deshuesado. No obstante, se observa lo contrario en el perfil de ácidos grasos de la caballa, lo que se debe a que la proporción de ácidos grasos insaturados presentó valores relativamente más altos, disminuyendo de

TABLA 2

**ACIDOS GRASOS COMPONENTES DE LOS LIPIDOS DE LAS ESPECIES  
CUNARO, BAGRE Y CABALLA EN LAS MUESTRAS DE PESCADO  
DESHUESADO Y SIN DESHUESAR**

Acidos grasos o/o	Especies					
	Cunaro		Bagre		Caballa	
	E	D	E	D	E	D
14:0	5.08	6.36	0.79	3.39	5.51	4.79
15:0	1.04	1.34	0.45	0.62	1.14	0.95
16:0	40.76	35.58	32.58	36.70	26.03	20.70
16:1	11.08	9.56	5.64	14.42	11.20	8.68
18:0	0.65	2.30	2.71	0.54	2.22	0.61
18:1	37.55	35.67	36.87	30.91	25.05	18.83
18:2	1.96	2.41	1.20	1.00	1.56	0.95
18:3	0.91	0.92	0.34	0.46	1.89	1.78
20:1	*	*	*	*	0.97	0.79
20:4	0.52	2.64	1.12	1.61	3.51	2.95
21:0	*	*	0.56	0.15	*	*
22:0	*	*	0.56	0.62	2.22	2.17
22:1	0.39	2.76	10.82	3.47	9.15	3.90
22:X	*	*	6.31	6.01	9.52	32.87
<b>Total saturados, o/o</b>	<b>47.53</b>	<b>45.59</b>	<b>37.65</b>	<b>42.09</b>	<b>37.12</b>	<b>29.24</b>
<b>Total insatura- dos, o/o</b>	<b>52.41</b>	<b>53.96</b>	<b>53.34</b>	<b>57.88</b>	<b>62.88</b>	<b>70.76</b>

E= Pescado sin deshuesar.

D= Carne deshuesada de pescado.

\* No se determinó.

esta manera la proporción de los ácidos grasos restantes. Si bien la proporción de ácidos grasos de las tres especies acusó un valor similar, el ácido graso 20:1 sólo se detectó en el bagre y 22:0 únicamente en el cunaro. Es de gran importancia hacer notar que la columna cromatográfica utilizada en este trabajo no era lo suficientemente larga; esto trajo, como consecuencia, que los ácidos grasos polinsaturados no lograran separarse, denominando a los mismos 22:X.

Los resultados del estudio descrito sugieren, por lo tanto, que aun cuando la composición y el comportamiento de las grasas en las tres especies de pescado siguen una tendencia similar, existen diferencias en determinados aspectos que son inherentes a cada especie en particular. Este fenómeno amerita investigarse más a fondo antes de proceder a su industrialización, debido a que las especies de pescado citadas aquí se consideraron como sub-utilizadas en Venezuela.

## SUMMARY

**EFFECT OF MECHANICAL DEBONING PROCESS ON THE FAT STABILITY IN THREE TROPICAL FISH SPECIES STORED AT  $-10^{\circ}\text{C}$** 

Maximum advantage of certain fish species captured with shrimp, at present not fully utilized, constitutes a necessity in Venezuela. The purpose of this research work was to evaluate the stability of three of those fish species: bagre, cunaro and caballa, based on the changes that might occur in their fat content. This was done by comparing both the edible part of the whole fish, as well as the deboned flesh of each of them.

Evaluation of the changes was performed by means of the acid and peroxide indices, with previous fat extraction, and the thiobarbituric acid (TBA) index. On the other hand, the fatty acids profile of the three species studied was determined by gas chromatography.

According to our findings, the greater alteration was detected in the deboned sample, obtaining the highest TBA and acidity index values of all species, on the third month of storage; then a reduction of these values was observed. On the other hand, the peroxide index presented heterogeneous values in the three species analyzed through their storage period.

The predominant fatty acids were: palmitic (16:0) among the saturated, and oleic (18:1) among the unsaturated. A greater proportion of unsaturated fatty acids was found in the three species. An increment of these in the deboned sample with respect to the whole fish, was also observed.

## BIBLIOGRAFIA

1. Crawford, C., D. Law & J. Babbitt. Yield and acceptability of machine-separated minced fish from some marine food fish. *J. Food Sci.*, **37**:551, 1972.
2. Webb, N., E. Hardy, G. Giddings & A. Howell. Influence of mechanical separation upon proximate composition, functional properties and textural characteristics of frozen Atlantic croaker muscle tissue. *J. Food Sci.*, **41**:277, 1976.
3. Olcott, H. Oxidation of fish lipids. En: *Fish in Nutrition*. E. Heen and R. Kreuzer (Eds.). London, R. Fishing News (Books), Ltd., 1962.
4. Ackman, R. Fish lipid. En: *Advances in Fish Science and Technology*. Part I. London, Fishing News (Books), Ltd., 1980.
5. Association of Official Agricultural Chemists. *Official and Tentative Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
6. Tarladgis, B., B. Watta & M. Younathan. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **37**:44, 1960.
7. Rhee, K. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-Thiobarbituric acid test of fish and meat. *J. Food Sci.*, **43**:1776, 1978.
8. Bligh, E. & W. Dyer. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**:911, 1959.
9. Kinsella, J., J. Shimp, J. Mai & J. Weinrauch. Fatty acid content and composition of freshwater finfish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**:424, 1977.
10. Slover, H. & E. Lanza. Quantitative analysis of food fatty acid by capillary gas chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**:933, 1979.

11. Geromel, E. & N. Montgomery. Lipase release from lisosomes of rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) muscle subjected to low temperatures. *J. Food Sci.*, 45:412, 1980.
12. Awad, A., W. Powrie & O. Fenneme. Deterioration of freshwater white fish muscle during frozen storage at  $-10^{\circ}\text{C}$ . *J. Food Sci.*, 34:1, 1969.
13. Know, T., D. Menzel & H. Olcott. Reactivity of malonaldehyde with food constituents. *J. Food Sci.*, 30:808, 1965.
14. Castell, C., B. Moore, P. Jangaard & W. Neal. Oxidative rancidity in frozen stored cod fillets. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23:1385, 1966.
15. Finne, C., R. Nickelson, A. Quimby & N. Connally. Minced fish flesh from nontraditional Gulf of Mexico finfish species: Yield and composition. *J. Food Sci.*, 45:1327, 1980.