

ESTUDIO DE LAS VARIACIONES EN MACRONUTRIENTES Y VALOR NUTRITIVO DE LA PROTEINA DE UNA CONSERVA DE ATUN A LOS TRES AÑOS DE SU PREPARACION

*Marta Trinidad García Arias¹, Ana Marta Castrillón Díaz²
y María del Pilar Navarro Martos³*

**Instituto de Nutrición y Bromatología
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Facultad de Farmacia
Universidad Complutense de Madrid,
Madrid, España**

RESUMEN

Se analizó la composición en macronutrientes y lisina disponible de una conserva de atún que había sido almacenada durante tres años a temperatura ambiente.

En ensayos con ratas Wistar, se determinó la digestibilidad (CD), el valor biológico (VB) y la utilización neta de la proteína (UNP). Luego, los resultados se compararon con los obtenidos tres años antes, cuando se preparó la conserva, utilizando la proteína patrón caseína + DL-metionina para controlar las posibles variaciones en el comportamiento animal.

No se encontraron variaciones en la composición porcentual de macronutrientes ni en la digestibilidad. Sin embargo, el VB y la UNP se redujeron significativamente.

Un hecho especialmente significativo fue que el contenido en lisina disponible, que había descendido en la conserva recién preparada respecto al atún crudo, se recuperó durante el período de almacenamiento.

Manuscrito modificado recibido: 6-10-89.

- 1 Becaria del CSIC.
- 2 Colaboradora científica del mismo Consejo.
- 3 Investigadora y Directora del Instituto de Nutrición y Bromatología del CSIC de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Ciudad Universitaria, 28040, Madrid, España.

INTRODUCCION

A pesar de la gran importancia que, desde el punto de vista nutritivo y comercial, tienen las conservas de atún, hay muy pocos trabajos dedicados al estudio de las condiciones de su preparación y de la repercusión que éstas tengan sobre el valor nutritivo de este pescado. Menos aún hay respecto a las modificaciones que puedan producirse durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente que media entre la preparación de la conserva, y su consumo.

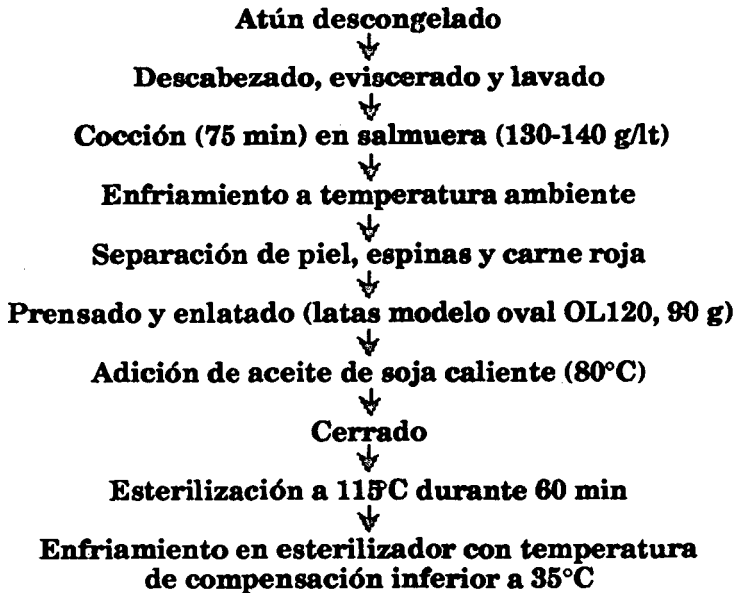
Una creencia frecuente entre los consumidores y los industriales que se dedican a la fabricación de conservas es suponer que los productos esterilizados no se alteran durante el almacenamiento. Esto es cierto desde el punto de vista microbiológico. Pero según algunos autores como Lund (1), Goresline, Leine y Mrak (2) o Ballet *et al.* (3), en las mezclas de varios alimentos tienen lugar cambios organolépticos y nutritivos que dependen de factores tales como el tiempo y la temperatura del lugar donde se almacenan, del sistema de empaquetado, y de las características del producto. En opinión de Bender (4) durante el almacenamiento se produce una lixiviación de nutrientes del alimento, los que pasan al líquido de cobertura, perdiéndose si éste se descarta, así como puede haber también una lenta destrucción química que depende de otros factores como el oxígeno residual y la superficie metálica del contenedor.

El objeto del presente trabajo fue establecer si una conserva de atún (*Thunnus alalunga*) —preparada por nosotros en las mismas condiciones que lo hace la industria— mantenía su calidad nutritiva a los tres años de almacenamiento a temperatura ambiente. Para ello, se compararon los valores obtenidos inicialmente (T_0) con los determinados tres años después (T_3).

MATERIAL Y METODOS

La Preparación de la Conserva

La conserva de atún se preparó en la planta experimental del Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo (España). Se partió de atún congelado, como hace normalmente la industria, el cual se dejó descongelar a temperatura ambiente. A partir de este atún descongelado, el enlatado se realizó de acuerdo al siguiente esquema:



Análisis del Contenido de Nutrientes

El contenido de las latas objeto del presente estudio se extrajo del envase, y después de haber separado con papel de filtro la grasa adherida del líquido de gobierno, se liofilizó, se molió y se mezcló lo más perfectamente posible. A continuación se determinó la composición porcentual de la muestra: proteína como N x 6.25 (N por el método de Kjeldahl), contenido en grasa por extracción con éter de petróleo en un Soxtec System 1040 Extraction Unit, humedad en estufa a 105°C hasta obtener peso constante, cenizas por el método de la AOAC (5), y lisina disponible por el método de Udy-Carpenter, descrito por Smith, Friedman y Lebel (6).

Estudio del Valor Nutritivo de la Proteína

Este se llevó a cabo mediante balance de nitrógeno, según el procedimiento de Thomas Mitchell. Para controlar la diferencia del comportamiento animal, se utilizó caseína + DL-metionina como proteína patrón. Se emplearon 12 ratas Wistar en cada grupo experimental, seis machos y seis hembras de 40 ± 2 g de peso, las que se alojaron en jaulas metabólicas individuales que permitieron la recolección por separado, de heces y orina, así como el control de la ingesta. La temperatura de la habitación se mantuvo entre 21 y 23°C, y la iluminación, de 8 a.m. a 8 p.m. de cada día durante los 11 días de cada ensayo. El control de peso, ingesta y excreción fecal y urinaria se realizó durante siete días, después de un período de adaptación de cuatro días. La composición teórica de las dietas era como sigue: proteína, 10%; fibra cruda, 5%; grasa, 7.5%; corrector vitamínico, 0.12%;

corrector mineral, 3.34%, y almidón y azúcar en cantidades iguales hasta completar 100 g. La composición real se expresa en Tabla 1 en la que el contenido de proteína en materia seca, determinado por análisis posterior a la preparación, se expresa en la nota al pie de la citada Tabla. El alto contenido en grasa de la conserva obligó a elevar el porcentaje de ésta del 5% habitual a 7.5%, ya que en otro caso habría sido imposible alcanzar el porcentaje de proteína de atún requerido. Por razón semejante no se añadió corrector mineral a la dieta cuya fuente proteínica era el atún.

TABLE 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS, EXPRESADAS EN g/100 g
EN SUSTANCIA HUMEDA

Caseína	12.47	Conserva de atún	18.08
DL-metionina	0.2	—	—
Aceite soja	7.5	—	—
Celulosa	5.32	Celulosa	5.23
C. vitamínico	0.12	C. Vitamínico	0.12
C. mineral	3.34	—	—
Almidón	41.55	Almidón	41.55
Azúcar	36.33	Azúcar	38.46

Contenido en proteína, por análisis posterior a la preparación: dieta patrón 10.8 g/100 g s.s., dieta problema 10.7 g/100 g s.s.

La composición del corrector vitamínico (g/100 g dieta) fue: colina, 1,111; ácido fólico, 1.11; niacina, 22.22; vitamina K, 0.005; Vitamina B₁₂, 0.055; riboflavina, 3.33; tiamina, 4.44; vitamina B₆, 6.66; pantotenato cálcico, 8.88; vitamina A, 4.400 UI; vitamina D₃, 1,111 UI, y vitamina E, 33.33.

La composición del corrector mineral (por kg de dieta) fue: IK, 0.21 mg; SO₄Cu.5H₂O, 24.72 mg; FNa, 2.43 mg; CO₃Zn, 25.56 mg; CrO₂Na₂, 1.10 mg; SeO₃Na₂, 0.24 mg; SO₄MnH₂O, 0.17 g; SO₄Fe.7H₂O, 0.20 g; ClNa, 0.91 g; CO₃Mg, 0.77 g; SO₄Mg.7H₂O, 2.3 g; PO₄HCa, 6.8 g; PO₄H₂K, 8.2 g; PO₄H₂Na, 2.3 g; CO₃Ca, 10.0 g, y CO₃HK, 6.1 g.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante la prueba "t" de Student, considerando las diferencias como significativas al nivel de P < 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para poder efectuar la comparación de los resultados obtenidos en la conserva de atún, almacenada durante tres años (T₃), con la T₀, se incluyen en las Tablas correspondientes, los resultados obtenidos

en el momento de su preparación los que, naturalmente, no corresponden a nuestro trabajo actual, sino al realizado en 1983, el cual fue publicado en 1986 (7).

Contenido de Nutrientes

El contenido en el porcentaje de nutrientes: proteína, grasa y cenizas, no mostró diferencia entre T_0 y T_3 . No obstante, el contenido en lisina disponible sí pareció aumentar significativamente respecto a T_0 durante el almacenamiento (Tabla 2), alcanzando ahora valores muy próximos a los del atún congelado del que se partió para la preparación de la conserva, que era 9.6 g lisina/16 g N (8). Este sorprendente hallazgo sólo podría explicarse siguiendo la teoría de Ledward (9) que describe un estado predesnaturalizado intermedio en la transición entre el estado natural y el desnaturalizado. En este

TABLA 2

COMPARACION ENTRE EL CONTENIDO EN NUTRIENTES DE UNA CONSERVA DE ATUN RECIEN PREPARADA (T_0) Y ALMACENADA DURANTE TRES AÑOS (T_3)

	Proteína s.s.	Grasa s.s.	Cenizas mg/100 g s.s.	Lisina disponible g/100 g proteína
Conserva de atún T_0	60.2	40.2	2.42	8.4 ± 0.1 ^a
Conserva de atún T_3	59.3	40.8	2.27	9.5 ± 0.1 ^b

Los valores en la misma columna, con diferentes letras, indican diferencias estadísticamente significativas al nivel de $P < 0.05$.

s.s. = Sustancia seca.

último estado (predesnaturalizado), las proteínas son capaces de interaccionar con otros componentes dentro del sistema y, dependiendo de la agitación térmica y de los enlaces no covalentes existentes en la proteína, ésta puede volver a su estado natural. Sin embargo, todavía no tenemos datos suficientes para afirmar algo así y, por lo tanto, serán necesarios nuevos estudios sobre la formación y ruptura de enlaces cruzados durante estos procesos y de los cambios estructurales que pueda sufrir la proteína, para saber a ciencia cierta lo que realmente ocurre. Si recurrimos a los pocos datos encontrados en la literatura, podemos ver que cuando se analiza el contenido de lisina disponible en la conserva recién preparada (10-13), no se encuentran pérdidas importantes, mientras que se sabe que el calentamiento sí produce altas pérdidas de lisina (14-18). Esta aparente contradicción en los resultados bien podría explicarse por un mecanismo análogo

al encontrado en este trabajo: los grupos ϵ -amino de la lisina se bloquean en un primer calentamiento, y después vuelven a desbloquearse.

Valor Nutritivo

La ingesta, tanto de los animales alimentados con la dieta cuya proteína era caseína, como aquéllos que ingirieron dieta con fuente proteínica de conserva de bonito, fue similar en T_0 y T_3 , entre proteínas iguales.

No obstante, en el incremento de peso pudo observarse que, mientras en T_3 con la misma ingesta, los animales alimentados con caseína mostraron una diferencia significativa a favor de T_0 , los alimentados con atún se mantuvieron en los mismos niveles (Tabla 3). Los resultados en cuestión parecen indicar que la proteína de atún hubiese sufrido algún tipo de deterioro como consecuencia del almacenamiento, siendo ahora menos eficaz para el crecimiento que la correspondiente a conserva recién preparada.

TABLA 3

INCREMENTO DE PESO E INGESTA CALCULADA
CON SUSTANCIA SECA
(Expresados en g/rata/día)

Fuente proteínica	Incremento de peso	Ingesta
Caseína T_0	3.1 ± 0.2^a	9.5 ± 0.3^a
Conserva T_0	2.6 ± 0.2^b	8.0 ± 0.4^b
Caseína T_3	3.7 ± 0.2^c	9.5 ± 0.4^a
Conserva T_3	2.7 ± 0.1^b	8.9 ± 0.2^{ab}

Las letras diferentes en la misma columna, indican diferencias entre medias estadísticamente significativas al nivel de $P < 0.05$.

La digestibilidad (Tabla 4) no se alteró en absoluto por el almacenamiento. Pero aquí hay que tener en cuenta que este parámetro mide el nitrógeno absorbido, pero nada dice en cuanto a qué aminoácido pertenece este nitrógeno.

La retención de N, sin embargo, fue significativamente mayor para la proteína de atún de la conserva recién preparada (T_0) que para la proteína de atún de la conserva después de tres años de almacenamiento (T_3) (Tabla 5). Hay, en consecuencia, un descenso significativo tanto del valor biológico (VB) como de la UNP de la proteína de conserva de atún cuando se almacena durante tres años. Este período de almacenamiento produce, según estos resultados, un inicio de deterioro proteínico que no puede achacarse a pérdida de disponibilidad de lisina ni a alteraciones de la digestibilidad.

TABLA 4

UTILIZACION DIGESTIVA DE LA PROTEINA DE CONSERVA DE ATUN

Fuente de proteína de la dieta	N ingerido mg/día	N absorbido mg/día	CD
Caseína + DL-metionina T ₁	158.4 ± 5.4	155.6 ± 4.8	97.7 ± 0.7
Conserva de atún T ₁	143.2 ± 6.7	139.1 ± 6.9	96.4 ± 0.4
Caseína + DL-metionina T ₂	164.0 ± 4.0	163.0 ± 4.1	98.2 ± 1.2
Conserva de atún T ₂	146.4 ± 2.6	143.0 ± 2.7	97.7 ± 0.5

Valores de 12 animales en cada grupo, expresados como media ± ESM.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de digestibilidad (CD).

TABLA 5

UTILIZACION METABOLICA DE LA PROTEINA DE ATUN EN CONSERVA

Fuente de proteína de la dieta	N urinario mg/día	N retenido mg/día	VB	UNP
Caseína + DL-metionina T ₁	10.9 ± 1.1 ^a	143.7 ± 5.2 ^a	92.7 ± 0.8 ^a	90.6 ± 0.9 ^a
Tuna enlatada T ₁	18.4 ± 2.8 ^b	120.0 ± 6.8 ^b	86.6 ± 2.0 ^b	83.5 ± 1.9 ^b
Caseína + DL-metionina T ₂	17.9 ± 1.6 ^b	155.2 ± 3.7 ^d	89.7 ± 0.9 ^a	89.2 ± 0.8 ^a
Tuna enlatada T ₂	39.0 ± 0.8 ^c	104.1 ± 2.7 ^c	72.7 ± 0.6 ^c	71.0 ± 0.8 ^c

Valores de 12 animales en cada grupo, expresados como media ± ESM.

Las letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre medias, al nivel de P < 0.05.

Hay muy pocos datos en la bibliografía que puedan conducirnos a encontrar una explicación de la menor eficiencia metabólica, que quizás haya que buscar en el deterioro de otros aminoácidos, como los azufrados o el triptofano, por ejemplo, sensibles a los productos derivados de la oxidación de las grasas, y que se deterioran incluso en el almacenamiento en congelación (19), como hemos tenido ocasión de comprobar. Cecil y Woodroof (20) afirman que los alimentos esterilizados y enlatados contienen un tiempo de vida indefinido desde el punto de vista microbiológico, pero se produce un descenso

en sus propiedades nutritivas. Hellendoorn, De Groot y Slum (21), en conservas de comidas almacenadas durante tres y cinco años, observan también descensos de la UNP de 16 y 20%, respectivamente. Por otra parte, Pérez Martín (22) describe, en conservas de pescado, un incremento en bases volátiles a los seis meses de almacenamiento, resultados éstos que podrían confirmar la hipótesis de que haya aminoácidos que son afectados por reacciones químicas producidas durante el período de almacenamiento.

SUMMARY

STUDY OF THE VARIATIONS IN MACRONUTRIENTS AND NUTRITIVE VALUE OF THE PROTEIN OF CANNED TUNA STORED FOR THREE YEARS AFTER ITS PREPARATION

The composition in macronutrients and available lysine of canned tuna stored for three years at room temperature, was analyzed.

Digestibility (DC), biological value (BV) and net protein utilization (NPU) were determined with Wistar rats tests. The results were then compared to those obtained three years ago, when the canned food was prepared with casein standard protein plus DL-methionine, in order to control any variation that might had occurred in animal behaviour.

No variation was found, either in macronutrient composition or in digestibility. However, BV and NPU decreased significantly.

Highly significant, and somewhat surprising, was the finding that the amount of available lysine, which had diminished as the can was prepared with respect to the amount found in raw tuna, increased during the storage period.

BIBLIOGRAFIA

1. Lund, D. Nutritional Evaluation of Food Processing. Karmas and R.S. Harris (Eds.). New York, N.Y., Avi Van Nostrand Reinhold Company, 1987, p. 319-349.
2. Goresline, H.E., N.J. Leine & E.M. Mrak. Establishing Optimum Conditions for Storage and Handling of Semiperishable Subsistence Items. (Office of the Quarter Master General, Washington, D.C.).
3. Ball, C.O., F.M. Joffe, E.F. Stier & K. Hayakawa. The role of temperature in retaining quality in canned foods. *Ashrae J.*, 5 (6): 93-105, 144-146, 1963.
4. Bender, A.E. *Food Processing and Nutrition*. London, Academic Press, 1978, p. 59-78.
5. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975, p. 15-17.
6. Smith, G.A. & M. Friedman. Effect of carbohydrates and heat on the amino acid composition and chemically available lysine content of casein. *J. Food Sci.*, 49: 817-820, 1984.
7. Navarro, Ma. P., A. Ma. Castrillón, R. Ma. Ortega & G. Varela. Eficacia de la proteína de la conserva de bonito (*Thunnus alalunga*) en el crecimiento animal. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 36(1): 117-126, 1986.

8. Castrillón, A. Ma., Ma. P. Navarro, J.M. Gallardo, R. Ma. Ortega, R. Pérez Martín & G. Varela. Influencia del proceso de preparación de las conservas de pescado en su calidad y valor nutritivo. *Proc. M.O.C.C.A.*, 1984.
9. Ledward, D.A. In: *Effects of Heating on Foodstuffs*. R.J. Priestley (Ed.). London, Applied Science Publishers, Ltd. 1979.
10. López Matas & C.R. Fellers. Composition and nutritive value of fresh, cooked and processed swordfish. *Food Research*, 13: 387-396, 1948.
11. Jarvis, N.D. Nutritive value of canned fishery products. *U.S. Fish Wildlife Serv. Fishery Leaflet*, 90: 323-354, 1943.
12. Dunn, M.S., M.N. Camien, S. Eiduson & R.B. Malin. The nutritive value of canned foods. I. Amino acid content of fish and meat products. *J. Nutrition*, 39: 177-185, 1949.
13. Proctor, B.E. & N.L. Lahiry. Evaluation of amino acids in fish processed by various methods. *Food Research*, 24: 91-92, 1956.
14. Tooley, P.J. & R.A. Lawrie. Effect of deep fat frying on the availability of lysine in fish fillets. *Food Technol.*, 9: 247-253, 1974.
15. Pienizaek, D., M. Rakowska, W. Szkilladziowa & K.Z. Grabare. Estimation of available methionine and cysteine in protein of food products by *in vivo* and *in vitro* methods. *Br. J. Nutr.*, 34: 175-190, 1975.
16. Mauron, J. The deterioration of lysine during certain heat treatments of milk and its effect on growth. *Internat. Z. Fur. Vitamin Forschg.*, 27: 85-96, 1956.
17. Bjarnason, J. & K.J. Carpenter. Mechanism of heat damage in proteins. *Br. J. Nutr.*, 24: 313-329, 1970.
18. Hurrell, R.F. & K.J. Carpenter. Contrasting results for the reactive lysine content in heat-damaged material. *Proc. Nutr. Soc.*, 33: 13A, 1974.
19. Beamonte Puga, A. *Estabilidad del Triptofano durante los Procesos Térmicos Culinarios de Preparación de un Pescado Graso (Sardina pilchardus). Influencia del Almacenamiento al Estado Congelado*. Tesina de Licenciatura, Universidad de Madrid, 1988.
20. Cecil S.R. & J.G. Woodrof. The stability of canned foods in long-term storage. *Food Technol.*, 17(5): 131, 1963.
21. Hellendoorn, E.W., A.P. De Groot & P. Slum. Effect of sterilization in three years storage on the nutritive value of canned prepared meals. *Voeding*, 30: 44-63, 1969. (Original no consultado; compendiado en *Food Sci. Technol. Abstr.*, 1, 967, Abstr. 8G, 333).
22. Pérez Martín, R. *Estudio de los Procesos Térmicos en la Fabricación de Conservas de Atún Blanco y su Incidencia en la Calidad*. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, 1988.