

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE FISIOLOGIA ANIMAL
UNIVERSIDAD DE GRANADA

INFLUENCIA DE LA IRRADIACION EN LA CALIDAD NUTRITIVA DEL TRIGO Y LA MERLUZA

M. BARRIONUEVO, G. URBANO, G. VARELA y D. F. VEGA

RESUMEN

Se estudia el efecto de la irradiación y tiempo de conservación sobre el valor nutritivo del trigo. La dosis de irradiación fue de 37,5 Krad. El tiempo transcurrido desde la fecha de recolección hasta ser sometido a irradiación fue de 150 días, y desde esta fecha hasta ser consumido por los animales pasaron 90 días. La determinación analítica química, se ha realizado a los 605 días de la recolección.

Las técnicas seguidas para la valoración de la proteína han sido: una biológica, la de Thomas Mitchell, y otra analítica química, el aminograma, según la técnica de Moore-Stein. Para la determinación de hidratos de carbono disponibles se ha utilizado la técnica de Friedemann y col. De acuerdo con los resultados obtenidos, llegamos a la conclusión de que desde el punto de vista nutritivo, la irradiación es un método adecuado de conservación de trigo, ya que no influye la calidad del mismo, juzgada por la disponibilidad de los hidratos de carbono y por la digestibilidad de la proteína. Por otra parte la irradiación disminuye pérdidas en aminoácidos durante el almacenamiento.

Hemos estudiado también la influencia de la irradiación sobre el valor nutritivo de filetes de merluza (*Merlucius merlucius*). La dosis de irradiación fue de 100 Krad.; la experiencia biológica se realizó según la técnica ya citada de Thomas-Mitchell. Concluimos que la irradiación no influye significativamente sobre la digestibilidad ni la calidad nutritiva de la proteína de merluza.

SUMMARY

We have studied the effect of the irradiation and the time of conservation on nutritional value. The irradiation dose was of 37,5 Krad.; the time

past from the date of harvest until the irradiation was 150 days and from this date until that was given to the animals past 90 days.

The anatical determination was realized to 605 days after harvest.

The Thomas Mitchell technique has been used in estimating its protein quality and that of Moore-Stein in determining the aminogram. The Friedeman and col., technique for the carbohydrates usable. According to results obtained we came to the conclusion that, from a nutritional point of view, irradiation is a suitable method for the preservation of wheat, because don't affect the quality of its self judged for the carbohydrates availability and for the protein digestibility.

Furthermore, irradiation diminishes the loss of aminoacids during storage.

Moreover, we have studied the influence of the irradiation on nutritional value of hake fillet (*Merlucius merlucius*). The irradiation dose was 100 Krad.; the irradiation has no significant effects on the digestibility, neither the nutritive quality of have protein.

INTRODUCCION

La irradiación es la más moderna de las técnicas de conservación y su aplicación a diversos alimentos es ya un hecho (1), (2), (3). Se comenzó a utilizar en 1954 y desde entonces se ha aplicado a más de un centenar de estos alimentos. Esta técnica de preservación es aplicable a inhibición de brotes en tubérculos y raíces, desinsectación (4), (5), (6) y esterilización y radiopreservación en colaboración con refrigeración.

La producción de alimentos es cuantitativa y cualitativamente suficiente para una buena alimentación de toda la población mundial. Sin embargo existen deficiencias nutritivas muy graves debidas fundamentalmente a problemas de distribución. Como además la distribución, para que sea rentable, no puede ser muy rápida, es necesario prolongar la vida comercial de los alimentos, lo que supone almacenamiento y conservación de los mismos. El desarrollo y aplicación de técnicas adecuadas de conservación de alimentos es el paso principal que puede acercar los conceptos de producción y consumo suficiente.

El criterio de utilidad de la irradiación para un determinado alimento ha sido fundamentalmente la vida comercial del mismo, siempre que no hayan aparecido aspectos toxicológicos obvics. Sin embargo, no se ha profundizado suficientemente en el aspecto nutritivo, que ha querido cubrirse con ensayos químicos (7), (8)

que en nuestra opinión no pueden sustituir a los biológicos (9), sobre todo en lo que se refiere a los macronutrientes.

En este trabajo nos proponemos aclarar con las técnicas modernas de la fisiología y la bioquímica, las repercusiones nutritivas de la irradiación, en función del tiempo de almacenamiento y establecer conjuntamente cambios en la vida comercial, en la aceptabilidad, y en el valor nutritivo de los hidratos de carbono y la proteína de los alimentos irradiados y sin irradiar, después de diversos períodos de almacenamiento.

MATERIAL Y METODOS

a) Preparación de muestras y ajuste de dietas.

1. Hemos utilizado trigo de la variedad Mara, muy cultivado en nuestro país. La dosis de irradiación fue de 37,5 Krad. y fue irradiado en la Junta de Energía Nuclear "Juan Vigón" de Madrid en la unidad de irradiación "NAYADE" de la sección de isótopos. Dicha unidad es de tipo piscina y la fuente de irradiación es ⁶⁰Co.

Tanto el trigo irradiado, como el no tratado, procedente de un mismo día de recolección se conserva a temperatura ambiental y en las mismas condiciones hasta el comienzo de preparación de las dietas.

El trigo se muele y su harina se utiliza para la preparación de dietas. En esta harina se ha determinado previamente su composición por las técnicas analíticas habituales.

La composición media del trigo expresada en sustancia seca es la siguiente:

	<i>No tratado</i>	<i>Irradiado</i>
Proteína	13,88 %	13,78 %
Grasa	1,72 %	1,72 %
Fibra	—	—
Cenizas	1,87 %	1,73 %
M. E. L. N.	82,53 %	82,77 %

Para el ajuste de la dieta, de acuerdo con las necesidades de la técnica de Mitchell, no fue necesario añadir ningún complemento proteico y sí solamente la cantidad necesaria de aceite de oliva,

celulosa y correctores vitamínico y mineral. Por ello, la totalidad de la proteína y de los hidratos de carbono de la dieta del trigo proceden del trigo objeto de nuestro estudio.

La composición de la dieta fue:

	<i>Dieta trigo sin tratar</i>	<i>Dieta trigo irradiado</i>
Trigo	86,45 %	87,08 %
Aceite de oliva	2,51 %	2,50 %
Celulosa	8,00 %	8,00 %
Mezcla mineral	3,04 %	2,42 %
	100,00	100,00

2. El pescado utilizado fue merluza de la variedad *Merlucius merlucius*, capturada en Vigo. Desde su captura hasta que fue irradiada transcurrieron dos días, conservándose con hielo suficiente; la dosis de irradiación fue de 100 Krad. Desde la fecha de irradiación hasta el inicio de la experiencia, las muestras se mantuvieron en congelador.

El pescado se descongela, se durante 24 horas en estufa a vacío. A continuación se pulveriza, y con el polvo seco preparamos la dieta, habiendo realizado las determinaciones analíticas por las técnicas habituales.

Con estos análisis se establece el

	<i>Irradiado</i>	<i>No irradiado</i>
Proteína	87,21 %	85,80 %
Grasa	9,32 %	9,87 %
Cenizas	5,17 %	5,85 %

Tampoco en esta ocasión necesitamos añadir ningún complemento proteico y sí la cantidad adecuada de elementos requeridos para ajustar la dieta que precisamos.

	<i>Dieta pescado irradiado</i>	<i>Dieta pescado no irradiado</i>
Pescado	13,51 %	13,96 %
Aceite de oliva	2,72 %	2,57 %
Celulosa	8,00 %	8,00 %
C. mineral	5,00 %	5,00 %
C. vitamínico	5,00 %	5,00 %
Almidón	32,89 %	32,73 %
Azúcar	32,89 %	32,73 %
	100,01	99,99

b) Análisis.

Las técnicas analíticas utilizadas para la determinación de nutrientes del trigo y de la merluza (tanto irradiados como sin tratar) así como para el análisis de dietas, heces y orina, procedente de las pruebas biológicas estudiadas y que describimos más adelante, son las siguientes:

Humedad.—En estufa a 105° C hasta peso constante.

Proteína.—Según el método de Kjeldahl, utilizando selenio como catalizador. El factor utilizado para la transformación de nitrógeno en proteína es 6,25.

Grasa total.—Extracción con éter sulfúrico, mediante el extractor de Soxhlet.

Cenizas.—Mediante incineración en mufla a 500° C hasta peso constante.

Fibra bruta.—Por el método de Weende empleando placas de vidrio molido para filtrar.

M. E. L. N. (Materia extractiva libre de nitrógeno).— Por diferencia.

Hidratos de carbono disponibles.—Según la técnica de Friedemann y col.

c) Técnicas utilizadas.

Se ha realizado un experimento biológico, según la técnica de Thomas-Mitchell basada en el balance de nitrógeno de ratas en crecimiento y se determina ingesta, aumento de peso, coeficiente de digestibilidad aparente (C. D. A.) y verdadero (C. D. V.) de la proteína, valor biológico (V. B.) y coeficiente de utilización neta de la proteína (CUNP). Para estudiar el efecto de la conservación de la proteína de trigo testigo e irradiado, hemos utilizado una técnica analítica química determinando el aminograma, mediante un analizador automático de aminoácidos. Para ello hemos realizado una hidrólisis seguida de cromatografía en columna según la técnica de Moore Stein. Con los datos del aminograma se calcula el aminoácido limitante (Chemical Score) y el índice de Osser modificado por Mitchell (M. E. A. A.).

Además se estudia la disponibilidad de los hidratos de carbono en la dieta de trigo testigo e irradiado, y en las heces de las ratas de ambos lotes, calculándose su digestibilidad aparente. La técnica seguida para la determinación de hidratos de carbono disponibles ha sido la de Friedemann y col.; consiste en una hidrólisis ácida previa para liberar las pentosanas que están firmemente contenidas en el interior de las estructuras de los alimentos, y una posterior hidrólisis enzimática con Rhozyme-S (enzima preparado a partir del *Aspergillus Orizae*) que hidroliza cuantitativamente el almidón, glucógeno, sacarosa, maltosa, celobiosa y lactosa.

Posteriormente los azúcares reductores liberados se determinan por reducción del ferricianuro y se expresan en glucosa.

A partir de estos resultados, calculamos el % de hidratos de carbono disponibles multiplicando por el factor de conversión dado por el autor para granos de cereales y otros alimentos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 presentamos un resumen de nuestros resultados correspondi

serva que la ingesta de las dietas preparadas con trigo irradiado es satisfactoria y del mismo orden que la que tiene el trigo sin tratar, pues no existen diferencias significativas entre ambos lotes.

Tampoco influye el tratamiento sobre el aumento de peso. Estos mismos resultados obtienen TINSLEY en 1965 (10) y SILLINGER en 1967 (11) en estudios análogos a los nuestros pero utilizando otras variedades de trigo.

La eliminación de nitrógeno fecal así como el coeficiente de digestibilidad aparente y verdadero de la proteína no se modifican con el tratamiento.

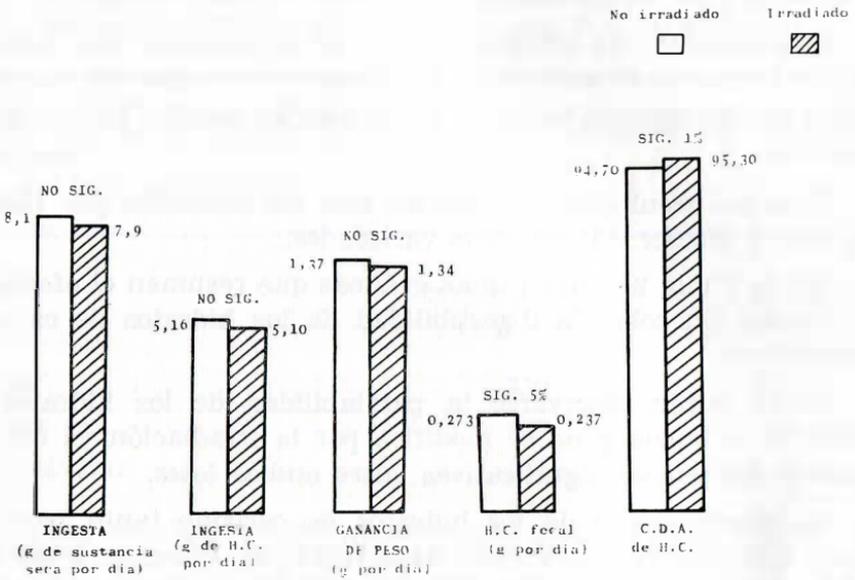


TABLA I

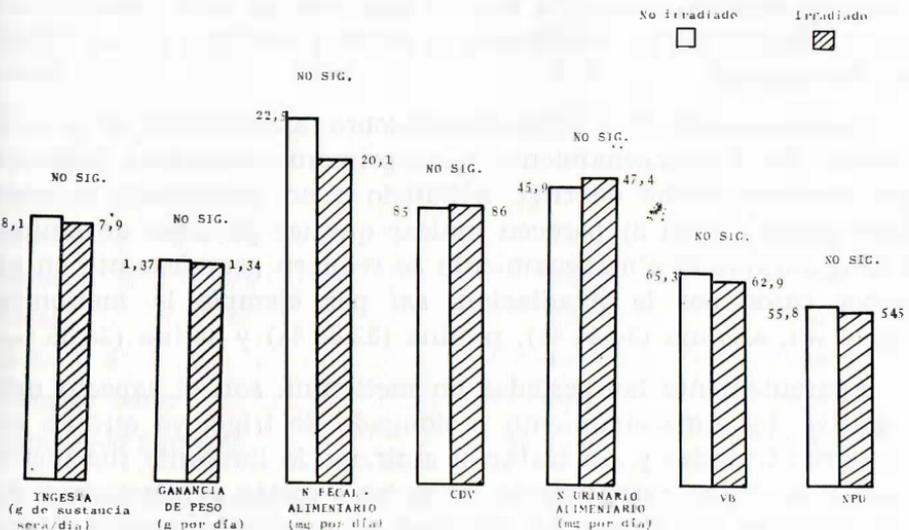


TABLA II

Con la dosis de irradiación por nosotros estudiada tampoco se presentan cambios significativos en la eliminación urinaria de nitrógeno y en consecuencia no disminuye el valor biológico.

El coeficiente de utilización neta de la proteína que expresa según es sabido el porcentaje de nitrógeno retenido del ingerido, como era de esperar tampoco sufre ningún cambio por el tratamiento.

Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por KENNEDY (12) y MORÁN (13) en otras variedades.

En la Tabla 2 figuran unas gráficas que resumen el efecto de la irradiación sobre la digestibilidad de los hidratos de carbono disponibles.

Como puede observarse la palatabilidad de los hidratos de carbono es buena y no se modifica por la irradiación ya que no existen diferencias significativas entre ambos lotes.

La digestibilidad de los hidratos de carbono tanto para las ratas que ingieren dieta con trigo irradiado como para las que ingieren trigo sin tratar es excelente (95 %) y además existe una gran homogeneidad en los resultados, puesto de manifiesto por la pequeña dispersión de ambos grupos. Por tanto aunque estadísticamente existe una diferencia significativa del 1 % entre ambos lotes, en nuestra opinión, a efectos prácticos no debe considerarse que la irradiación ha modificado la calidad nutritiva de los hidratos de carbono.

Hemos iniciado unas experiencias sobre la influencia de la irradiación en el almacenamiento y los primeros resultados juzgados por el aminograma de trigo irradiado o no conservado durante doce meses (Tabla 3) parecen indicar que las pérdidas de aminoácidos durante el almacenamiento se reducen grandemente en algunos casos por la irradiación, así por ejemplo la metionina (51,14 %), alanina (34,44 %), prolina (32,69 %) y serina (28,85 %).

Aparentemente las pérdidas en metionina son el aspecto más negativo del almacenamiento prolongado de trigo, ya que en las muestras tratadas y sin tratar el aminoácido limitante fue metionina y no lisina como sucede en el trigo recién recolectado y en las muestras sin tratar las pérdidas en metionina fueron dobles que en las irradiadas. A este respecto hay que recordar que el trigo

TABLA 3

AMINOGRAMA DE LAS MUESTRAS DE TRIGO ENSAYADAS

Expresado en gramos de aminoácidos por 16 g de nitrógeno

Tiempo transcurrido desde la recolección hasta la irradiación: 150 días.

Tiempo transcurrido desde la irradiación a la determinación analítica:
455 días.

	<i>Trigo sin tratar</i>	<i>Trigo irradiado</i>
Alanina	2,95	4,50
Arginina	4,30	3,60
Acido aspártico	5,07	5,14
Cistina	2,16	2,13
Fenilalanina	4,41	4,19
Acido glutámico	18,37	22,67
Glicocola	3,54	4,58
Histidina	2,18	2,46
Isoleucina	4,01	3,27
Leucina	6,80	6,46
Lisina	2,76	3,21
Metionina	0,64	1,31
Prolina	9,14	13,58
Serina	4,24	5,96
Tirosina	2,77	2,52
Treonina	2,66	3,28
Valina	3,66	4,71
M. E. A. A.	60,4	65,6
Chemical Score	20,0	40,9
Aminoácido limitante	Metionina	Metionina

fue irradiada seis meses después de la recolección, tiempo probablemente

a ésta en el aminoácido limitante. Sobre esta base, los resultados parecen indicar que la irradiación suprime prácticamente pérdidas adicionales de metionina.

Este efecto negativo preferencial sobre la metionina explica que el descenso en Chemical Score es espectacular mientras el empeoramiento del M. E. A. A. es menos aparente.

Las pérdidas en otros aminoácidos no son tan decisivas o porque no son cuantitativamente importantes (caso de la lisina, cuyas pérdidas son sólo aproximadamente del 16 por 100) o porque afec-

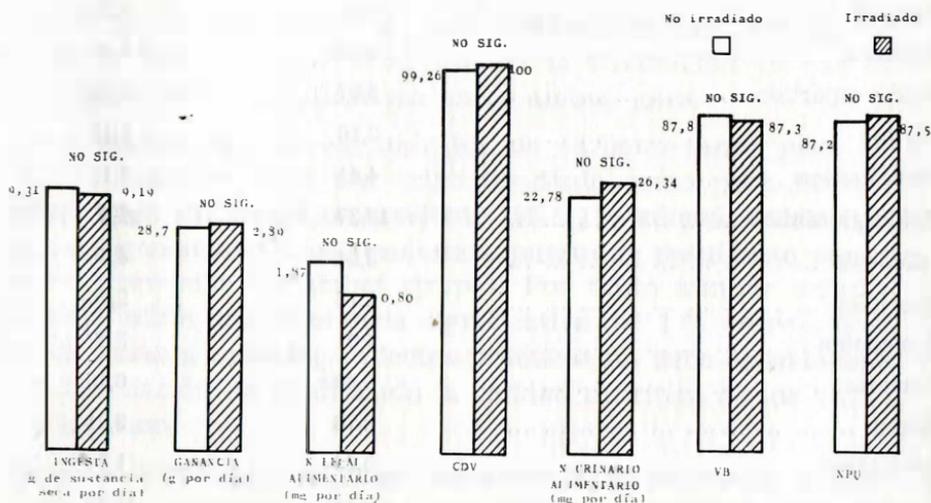


TABLA 4

tan a aminoácidos que están lejos de ser limitantes de la calidad proteica (caso de alanina, prolina, serina).

En cuanto al ensayo realizado para observar el efecto de la irradiación sobre la digestibilidad y calidad nutritiva de la proteína de merluza (Tabla 4), deducimos que dicho método de conservación no influye significativamente sobre los parámetros estudiados.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—GOLDBLITZ, S. A. (1966): *Food Technology*, 20, 93.
- 2.—JOHNSTOM, F. B. (1973): Radiation preservation of foods. *National Academy of Sciences National Research Council*. Washington D. C., pág. 138.
- 3.—REBER, E. F.; BERT, M. H.; RUST, E. M., y KUO, E. (1968): *J. Food. Sci.*, 33, 335-337.
- 4.—DESCHREIDER, A. R. (1961): *Nutr. Abstr. Rew.*, 33, 30.
- 5.—PUJOL, A., y FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, A. (1968): *An. Bromatol.*, 20, 149-182.
- 6.—BARAKAT, M. Z.; ABDEL-WAHAB, M. F., y MEGAHED, Y. M. (1966): *J. Sci. Food. Agric.*, 17, 205-207.
- 7.—RHODES, D. N. (1966): *J. Sci. Food. Agric.*, 17, 180-182.
- 8.—GEL'FAND, S. Jn., y FRUMKIN, M. L. (1968): *Nutr. Abstr. Rew.*, 39, 749.
- 9.—VARELA, G., y MOREIRAS-VARELA, O. (1966): *An. Bromatol.*, 18, 315-326.
- 10.—TINSLEY, I. J.; BONE, J. F., y BUBL, E. C. (1965): *Nutr. Abstr. Rew.*, 35, 1061.
- 11.—SILLINGER, Jn. I.; KACKOVA, V. G., y KAMAL'DINOVA, Z. M. (1967): *Nutr. Abstr. Rew.*, 38, 174.
- 12.—KENNEDY, T. S. (1965): *J. Sci. Food Agric.*, 16, 81-84.
- 13.—MORÁN, E. T. (Jr); SUMMERS, J. D., y BAYLEY, H. S. (1968): *Cereal. Chem.*, 45, 469-479.