

EFFECTO DE LA COCCION SOBRE EL CONTENIDO RESIDUAL DE HEXACLOROCICLOHEXANO (BHC) EN CARNE DE POLLO BROILER¹

Effect of cooking on the residual content of Hexachlorocyclohexane (BHC) in broiler's meat

Sergio González M.² y K. Visweswariah³

SUMMARY

Samples of broiler's meat fortified with technical BHC were analysed by GLC, immediately after fortification and after cooking, to determine the pesticide residue persistence and the possible translocation from the meat to the aqueous phase resulting from cooking.

About 70% of the pesticide quantified in the fortified fresh meat was detected in the cooked foods (meat + aqueous phase); out of it, 52.8% of the pesticide was found in the liquid phase, when the fortification level was 10 ppm of BHC, whereas 65.9% of the pesticide migrated to the water, when the treatment was 50 ppm of BHC.

It was also detected that cooking promoted a β -isomeration, as both the relative proportion and the absolute amount of this isomer were increased; this aspect may be important, from the human health point of view, if its toxicity and carcinogenic characteristics are taken into account.

INTRODUCCION

La presencia de residuos de pesticidas en alimentos de consumo humano ha llegado a ser uno de los mayores problemas ambientales, lo que ha creado, como consecuencia, una preocupación generalizada en todo el mundo (Edwards, 1973; Brown, 1978).

En la medida que los pesticidas sean esenciales para la producción agrícola, la incorporación en la cadena alimenticia de sus residuos, muchos de ellos tóxicos y persistentes, no puede ser detenida. La probabilidad de una dieta diaria compuesta por alimentos contaminados, en consecuencia, es alta, constituyendo un riesgo potencial permanente sobre la salud humana (Majumder, 1982). Quizás lo que pueda esperarse sea una reducción de los niveles residuales, en base a un uso técnico de los pesticidas y a políticas nacionales de protección del ambiente.

Existe un factor a nivel individual, que puede ser de utilidad en el control de residuos de plaguicidas, que es la preparación doméstica de alimentos. Ella puede introducir cambios en la composición residual, tanto cuantitativos como cualitativos. Entre las diferentes formas o métodos de preparación doméstica, la cocción es uno de los más empleados y probablemente uno de los que más afecta a los pesticidas (McEwen y Stephenson, 1979).

¹ Recepción de originales: 24 de mayo de 1983.

Investigación efectuada por el primer autor durante el Cuarto Curso FAO/UNEP de Entrenamiento sobre Control de Contaminantes Ambientales en Alimentos, con sede en el Central Food Technological Research Institute (CFTRI), Mysore (India). Se agradece la colaboración del Sr. G.S. Ragu, en los análisis cromatográficos.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

³ Laboratory of Infestation Control and Pesticides Discipline (CFTRI), Mysore 570-013, India.

La naturaleza y magnitud de los probables cambios en el contenido residual de pesticidas deberían ser conocidos, ya sea para evitar efectos dañinos adicionales por la generación de formas metabólicas de mayor toxicidad, o bien, para definir algunas prácticas simples que permitan al ciudadano común enfrentar este problema.

El presente trabajo tuvo como objetivo central la determinación de los parámetros básicos de composición y distribución de residuos de pesticidas en muestras de carne de pollo, experimentalmente fortificadas con BHC-técnico y sometidas a cocción, obteniendo dos fases alimenticias, una sólida (carne) y otra líquida (sopa).

MATERIALES Y METODOS

Se extrajo la carne, incluyendo piel y tejido adiposo subcutáneo, de tres pollos faenados obtenidos en el comercio local de Mysore (India), la cual fue trozada y homogenizada manualmente.

Una porción fue analizada, vía cromatografía gaseosa, con el objeto de determinar la probable contaminación con residuos de pesticidas organoclorados.

Dos porciones, de 50 g de carne cada una, fueron fortificadas, por separado, con 0,5 ml de solución acetónica, conteniendo 1 mg BHC-técnico/ml, equivalente a 10 mg BHC-técnico/kg carne fresca (10 ppm BHC). Otras dos muestras fueron fortificadas, en forma similar, con 2,5 ml de la solución acetónica, equivalente a 50 mg BHC/kg carne fresca (50 ppm BHC). El tiempo de contacto fue de 4 hr, al cabo del cual, una muestra por tratamiento fue analizada, vía cromatografía gaseosa, para determinar el contenido final de residuos de BHC en la carne.

Las dos muestras restantes fueron calentadas a 50° C, en plancha caliente, para la evaporación de la acetona, y luego, sometidas a cocción en 100 ml de agua destilada; el tiempo de ebullición fue de 30 min. Al final de la cocción, se separó la fase sólida (carne cocida) de la fase líquida (sopa), lavando la carne dos veces con 20 ml de agua destilada, volumen que fue agregado a la fase líquida original; se cuantificó el contenido de BHC en ambas fases, por separado.

Para la extracción del pesticida, desde las muestras líquidas y sólidas, y posterior partición de éste, se usó la técnica recomendada por AOAC (India, CFTRI, 1980), seguida por clean-up en base a sulfonación, útil para pesticidas ácido-resistentes, como es el caso del BHC (India, CFTRI, 1980).

La cuantificación de los residuos de BHC, en base a la suma de los isómeros α , β , γ y δ , se efectuó en un cromatógrafo gas-líquido Varian, con detector de captura de electrones (Ni-63). Las condiciones de trabajo fueron:

- columna rellena con OV-17;
- temperaturas de inyector, columna y detector de 200° C, 180° C y 210° C, respectivamente; y
- nitrógeno puro, como gas de arrastre, flujo de 55 ml/min.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de la carne fresca no fortificada (tratamiento testigo) permitió establecer que el contenido de residuos de pesticidas organoclorados se encontraba bajo el límite mínimo de detección del equipo empleado, lo cual fue altamente conveniente para este estudio, ya que eliminó la posibilidad de interacciones que podrían haber enmascarado los resultados.

El Cuadro 1 muestra que, considerando los resultados experimentales en base a la suma total de los isómeros BHC ($\alpha + \beta + \gamma + \delta$), para los análisis de carne al estado fresco y después de la fortificación, se detectó una recuperación diferencial equivalente a un 81,50/o y 54,60/o del pesticida agregado, para los tratamientos de fortificación con 10 y 50 ppm, respectivamente.

La menor eficiencia extractiva del método empleado, con respecto al pesticida en la carne fortificada con 50 ppm de BHC estaría indicando la necesidad de readecuar las proporciones relativas de solventes empleados, u otros parámetros analíticos, para el análisis de muestras con altos niveles de contaminación.

La cocción trajo consigo una nueva disminución de los niveles de recuperación, ya que sólo se recuperó el 64,0/o y 34,90/o del pesticida inicialmente agregado, para los tratamientos de 10 y 50 ppm, respectivamente. Si se considera el contenido detectado en la carne fresca fortificada como base de referencia, la pérdida de BHC fue de 220/o, para el tratamiento de 10 ppm, y del 360/o, para el tratamiento de 50 ppm.

Por lo tanto, el uso de calor indujo cierta degradación del pesticida; sin embargo, esta pérdida fue relativamente baja y la cantidad remanente, tomando en cuenta la totalidad del pesticida recuperado después de la cocción, aún puede tener efectos tóxicos para la salud humana, si la ingestión se prolonga en el tiempo. Esta persistencia se debe a la gran estabilidad química de los pesticidas organoclorados; como una comparación, una prueba similar efectuada con Malathion, dió un 800/o de degradación, cuando la adición original del pesticida fue de 10 ppm.

Del total de BHC remanente luego de la cocción, una proporción importante pasó de la fase sólida (carne) a la líquida (sopa), siendo este traspaso mayor en la medida que la contaminación original fue mayor; así, la proporción final del pesticida entre fases sólida/líquida fue cercana a 1:1, para el tratamiento de 10 ppm, en tanto que para el tratamiento de 50 ppm, la fase líquida contuvo el doble de residuos que la fase sólida. Dado que la escasa hidrosolubilidad del BHC, la presencia de residuos del pesticida en el agua de cocción debe estar relacionada a las grasas disueltas en ella. En base a estos resultados, la cocción de la carne y la posterior eliminación de la fase líquida puede proveer un medio para reducir significativamente el nivel de residuos de pesticidas, siempre que la carne ya cocida sea enjuagada repetidamente con agua limpia, pues de lo contrario, gran parte de los residuos del pesticida se mantendrían adsorbidos a ésta, con lo cual se reduciría la utilidad de la cocción. Los resultados de una prueba efectuada con anterioridad a este trabajo, se presentan en el Cuadro 2.

Como se sabe (Visweswariah, 1982), el BHC-técnico está compuesto por ocho isómeros (más impurezas), de los cuales los más importantes son el α -BHC, β -BHC, γ -BHC y δ -BHC. De ellos, el tercero (Lindano)

es el que justifica la capacidad insecticida mientras que el segundo tiene propiedades tóxicas y carcinogénicas. El Cuadro 3 presenta los resultados experimentales en base a los contenidos parciales de los isómeros y sus proporciones relativas.

Tomando la carne fresca fortificada como base de referencia, se deduce que la cocción alteró, también, la composición isomérica. Se evidenció una disminución en los contenidos absolutos de los isómeros α , γ y δ , con reducción de su proporción en el total, en tanto que el β -BHC aumentó, no sólo su proporción relativa, sino que también su contenido absoluto, con el consiguiente riesgo para el organismo humano.

El isómero β , que constituía un 25%, aproximadamente, de los residuos en la carne fresca fortificada, pasó a constituir casi 2/3 del contenido total de residuos después de la cocción, lo que estaría indicando un proceso de isomerización por efecto de la adición de energía calórica; además, esta probable isomerización pareció ser independiente de la concentración, ya que la magnitud del fenómeno fue similar, tanto para el tratamiento de 10 ppm como para el de 50 ppm.

CUADRO 1. Contenido de BHC, expresado como total de isómeros en carne de ave fortificada y sometida a cocción

TABLE 1. BHC content (total isomers) in broiler's meat, fortified and cooked

Muestra	Fortificación 10 ppm BHC	Fortificación 50 ppm BHC
1.a. Carne fresca	8,15 mg/kg	27,28 mg/kg
1.b. % recuperación con respecto a dosis agregada	81,5	54,56
2.a. Alimentos cocidos (carne + sopa)	6,40 mg/kg	17,46 mg/kg
2.b. % recuperación con respecto a dosis agregada	64,0	34,92
3.a. Carne cocida	3,02 mg/kg	11,50 mg/kg
3.b. Fase líquida (sopa)	3,38 mg/kg	17,46 mg/kg
3.c. Proporción carne/sopa	0,89	0,52

CUADRO 2. Contenido residual de BHC (mg/kg) en carne y fase líquida, luego de cocción

TABLE 2. Residual BHC content (mg/kg) in broiler's meat and liquid phase, after cooking

Muestra	Alfa	Beta	Gama	Delta	Total BHC
A. Carne cocida sin enjuague	1,12	8,00	0,74	1,16	11,02
B. Carne cocida, enjuagada	2,00	3,00	0,48	0,48	5,96
Proporción A/B	0,56	2,67	1,54	2,42	1,84
C. Sopa sin recibir enjuagues	1,20	1,60	0,32	0,02	3,14
D. Sopa más enjuagues	1,70	8,00	0,80	1,00	11,50
Proporción C/D	0,71	0,20	0,40	0,27	0,27

CUADRO 3. Contenido de BHC (mg/kg) y proporción relativa de isómeros en carne de pollo broiler, sometida a fortificación y cocción

TABLE 3. BHC content (mg/kg) and relative proportion of isomers in broiler's meat, fortified and cooked

Muestra	Fortificación = 10 ppm BHC					Fortificación = 50 ppm BHC				
	Alfa	Beta	Gama	Delta	Total	Alfa	Beta	Gama	Delta	Total
Carne fresca										
Contenido total	3,80	2,00	1,44	0,91	8,15	10,50	7,54	5,82	3,42	27,28
Carne fresca										
Proporción relativa*	0,47	0,25	0,18	0,11	1,00	0,38	0,28	0,21	0,13	1,00
Alimentos cocidos										
Contenido total	0,93	4,02	0,68	0,77	6,40	3,70	11,00	1,28	1,48	17,46
Alimentos cocidos										
Proporción relativa*	0,15	0,63	0,11	0,12	1,00	0,21	0,63	0,07	0,08	1,00
Carne cocida										
Contenido total	0,51	1,80	0,36	0,35	3,02	2,00	3,00	0,48	0,48	5,96
Carne cocida										
Proporción relativa*	0,17	0,60	0,12	0,12	1,00	0,34	0,50	0,08	0,05	1,00
Fase líquida (sopa)										
Contenido total	0,42	2,22	0,32	0,42	3,38	1,70	8,00	0,80	1,00	11,50
Fase líquida (sopa)										
Proporción relativa*	0,12	0,66	0,09	0,12	1,00	0,15	0,70	0,07	0,09	1,00

*Considerando contenido total = 1,00.

La distribución de los isómeros entre las dos fases resultantes de la cocción tuvo características especiales. Para el tratamiento de 10 ppm de BHC, los contenidos residuales de los isómeros α , γ y δ se distribuyeron equitativamente en ambas fases, en tanto que el β tendió a concentrarse en la sopa, haciendo disminuir la importancia relativa de los otros isómeros. Aunque en términos generales, para el tratamiento de 50 ppm la situación fue similar, la diferencia estuvo en un mayor desplazamiento cuantitativo del isómero β hacia la fase líquida, lo cual se tradujo en un mayor contenido absoluto y en una mayor importancia relativa.

Lo anterior indicaría, como utilidad práctica, que si bien la cocción de alimentos grasos (carne de ave) no logra una degradación apreciable de residuos de pesticidas organoclorados (BHC), la obtención de una fase líquida en la preparación doméstica de alimentos y su posterior eliminación, proveería una vía de minimización de riesgos, tanto por reducir significativamente el contenido residual total, como por eliminar la mayor parte del isómero β -BHC de alta toxicidad.

CONCLUSIONES

— El método analítico empleado demostró una capacidad de recuperación de residuos de BHC aproxi-

mada al 80%, para carnes de ave con nivel residual original de 10 mg/kg; el porcentaje de recuperación disminuyó en muestras con un mayor nivel de contaminación.

- La cocción de carne de pollo contaminada con BHC, con obtención de fase líquida (sopa), dió como resultado:
 - a. se detectó una persistencia de los residuos de BHC, de aproximadamente un 70%, comprobándose la estabilidad química del pesticida;
 - b. indujo un proceso de β -isomerización, con un aumento importante en la cantidad absoluta y proporción relativa de β -BHC, de características tóxicas y carcinogénicas; y
 - c. en general, sobre el 50% del contenido residual de BHC se desplazó hacia la fase líquida; un adecuado enjuague de la carne debe ser considerado luego de la cocción para asegurar la máxima remoción de residuos.
- La preparación doméstica de carne de pollo, en base a cocción, podría corresponder a un medio práctico para reducir su nivel de contaminación por residuos de BHC, siempre y cuando la fase líquida sea eliminada; sin embargo, aun así, la cantidad residual podría tener efectos tóxicos, si la ingestión se prolonga en el tiempo.

RESUMEN

Muestras de carne de pollo broiler, fortificadas experimentalmente con 10 y 50 ppm de BHC-grado técnico, fueron analizadas por cromatografía gas-líquida, inmediatamente después de la fortificación y luego de su cocción en agua, para determinar la persistencia del pesticida y su traslocación entre las dos fases resultantes de la cocción, sólida (carne) y líquida (sopa).

Se encontró que alrededor del 70% del pesticida existente en la carne fresca fortificada persistió en los

alimentos luego de la cocción; de éste, el 52,8% y el 65,9% se desplazó hacia la fase líquida, en los tratamientos de fortificación con 10 y 50 ppm, respectivamente. Por otra parte, se detectó que la cocción promovió una β -isomerización, ya que tanto la cantidad absoluta como la proporción relativa de β -BHC se incrementó en la composición residual, lo cual conlleva un riesgo para la salud humana, dadas su toxicidad y características carcinogénicas.

LITERATURA CITADA

BROWN, A.W.A. 1978. Ecology of pesticides. Wiley, New York.

EDWARDS, C.A. 1973. Environmental pollution by pesticides. Plenum Press, London.

INDIA, CENTRAL FOOD TECHNOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE (CFTRI). 1980. Chemistry of important pesticides. Residue analysis protocol and analytical methodology, CFTRI, Mysore, India (mimeographed).

MAJUMDER, S.K. 1982. Problems of non-toxic and biodegradable pesticides for post-harvest food conservation. En:

Pesticides as a contaminant in food and analytical evaluations. CFTRI, Mysore (Karnataka, India). p. 25–26.

McEWEN, F.L. and STEPHENSON, S.R. 1979. The use and significance of pesticides in the environment. Wiley, New York.

VISWESWARIAH, K. 1982. Chemistry of hexachlorocyclohexane. En: Pesticides as a contaminant in food and analytical evaluations, CFTRI, Mysore (Karnataka), India. p. 57–66.