

# comisión del codex alimentarius

S



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN  
MUNDIAL  
DE LA SALUD



OFICINA CONJUNTA: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

**Tema 9 del programa**

**CX/FAC 02/10  
Enero 2002**

## **PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS**

### **COMITÉ DEL CODEX SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS**

**34ª reunión**

**Rotterdam, Países Bajos, 11-15 de marzo de 2002**

#### **DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE EL USO DE CLORO ACTIVO**

#### **INTRODUCCIÓN**

1. En la 33ª reunión del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (CCFAC), Dinamarca planteó la cuestión del empleo inocuo de cloro activo en los productos alimenticios. Los componentes de cloro activo son sustancias químicas (que se utilizan para el tratamiento del agua o el tratamiento superficial de los productos alimenticios); por lo tanto, cabe la posibilidad de hallarlos como residuos o productos reactivos en los alimentos una vez tratados. Sin embargo, el JECFA no ha evaluado la inocuidad que conlleva el empleo de componentes de cloro activo. Pese a la falta de una evaluación de su inocuidad, en las normas del Codex sobre productos se analizan varios empleos de componentes de cloro activo.
2. En el texto siguiente, por la expresión cloro activo se entienden tanto los componentes de cloro activo como los productos de reacción derivados.
3. La delegación de Dinamarca señaló que el cloro activo se emplea ampliamente en los alimentos con fines de descontaminación/desinfección; ahora bien, la inocuidad de esas sustancias químicas no se ha demostrado hasta la fecha de forma convincente.
4. El Comité mantuvo un debate sobre el tema y acordó que la delegación de Dinamarca, en cooperación con las de Noruega, Finlandia, Israel y la OMS, preparara un documento de debate para su examen por el CCFAC en su 34ª reunión.<sup>1</sup>

#### **FINALIDAD**

5. La finalidad general del Codex Alimentarius (a través de las normas del Codex) es proteger la salud de los consumidores asegurando al propio tiempo prácticas equitativas en el comercio de alimentos. El presente documento tiene por objeto ofrecer una base para el debate del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos acerca del empleo de cloro activo como desinfectante/descontaminante aplicado a los alimentos y sobre los aspectos de inocuidad de dicho empleo.

<sup>1</sup> ALINORM 01/12A, párrs. 199-204.

## ANTECEDENTES

6. El cloro activo en las normas del Codex sobre higiene se considera un desinfectante, aunque hay distintas definiciones posibles en las sustancias químicas (como el cloro activo) podrían clasificarse dentro del sistema del Codex en función del uso a que se destinan. A continuación figuran las definiciones pertinentes:

## DEFINICIONES<sup>2</sup>

7. En el Codex no se definen los *desinfectantes*. No obstante, el término *desinfección* podría definirse como sigue: Destrucción de microorganismos patógenos y de otro tipo por medios térmicos o químicos con el fin de eliminar un determinado ámbito de microorganismos, pero no necesariamente todos. Normalmente este término se emplea para el tratamiento antimicrobiano de superficies de materiales, herramientas, etc., que entran en contacto con los alimentos. El requisito normal sería que, tras su desinfección, la superficie, etc., se limpie con agua potable; en algunas regiones se recomienda sólo un "drenaje" (sin enjuague) cuando la concentración de compuestos de cloro no supera un determinado nivel. Ello se aplica también a otros desinfectantes, en diversas concentraciones (cuando se emplean alcoholes u otros compuestos volátiles, no se requiere el enjuague).

8. Por *plaguicida* se entiende cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o controlar cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o inhibidores de la germinación y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte. Este término no incluye normalmente los fertilizantes, nutrientes de origen vegetal o animal, aditivos alimentarios ni medicamentos veterinarios.

9. Por *contaminante* se entiende cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que se encuentra en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental. Este término no abarca fragmentos de insectos, pelos de roedores y otras materias extrañas.

10. Por *aditivo alimentario* se entiende "cualquier sustancia en cuanto tal no se consume normalmente como alimento ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencional al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye "contaminantes" o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales.

11. Por *coadyuvantes de elaboración* se entiende " toda sustancia o materia, excluidos aparatos o utensilios, que en cuanto tal no se utiliza como ingrediente alimentario y que se emplea intencionalmente en la elaboración de materias primas, alimentos o sus ingredientes, para lograr alguna finalidad tecnológica durante el tratamiento o la elaboración, pudiendo dar lugar a la presencia no intencional, pero inevitable, de residuos o derivados en el producto final".

12. Las citadas definiciones del Codex son complejas y a veces son susceptibles de interpretación. La confusión nace cuando una sustancia se emplea con varios fines, por ejemplo como aditivo alimentario o coadyuvante de elaboración. En el caso del cloro activo, este producto puede considerarse en la actualidad dentro de cualquiera de las cinco categorías antes mencionadas. Parte de estas consideraciones se recogieron en el documento de posición sobre los coadyuvantes de elaboración, CX/FAC 01/10.

---

<sup>2</sup> Manual de Procedimiento del Codex, undécima edición, FAO y OMS 2000.

13. Sin embargo, asegurar la protección del consumidor es uno de los fines principales del Codex Alimentarius, por lo que es necesario tener en cuenta los aspectos de inocuidad en todos los casos.

### **ESTADO DE EVALUACIÓN DEL CLORO Y NORMAS DEL CODEX**

14. El JECFA evaluó el cloro como aditivo alimentario: hay un SIN 925 para el cloro y un SIN 926 para el dióxido de cloro, definidos ambos como agentes de tratamiento de la harina. La evaluación del JECFA se remonta a 1963. Por otra parte, el empleo del cloro activo se incluye en algunas de las disposiciones del Código de Prácticas o Proyecto de Código de Prácticas del Codex así como en las Directrices de la OMS para la Calidad del Agua Potable. Sin embargo, el JECFA no ha evaluado los componentes de cloro activo cuando se emplean para el tratamiento del agua por lo que se refiere a su contacto directo con los alimentos.

### **Comité del Codex sobre Pescado y Productos Pesqueros (CCFFP)**

15. El CCFFP abordó el empleo de agua clorada en la producción íctica y pesquera y tuvo a disposición para su examen un documento preparado por la OMS en colaboración con la FAO, que incluye un estudio de las prácticas corrientes en los Estados Miembros. En ese documento se recordaba que el agua clorada se utilizaba ampliamente para evitar la contaminación microbiana, y se concluía recomendando que se prosiguieran los trabajos al respecto, y que los datos científicos disponibles no justificaban el cambio del nivel recomendado del Codex de 10 mg/l (Código de Prácticas para los Camarones Congelados). El CCFFP llegó a la conclusión de que no se requerían nuevas medidas sobre esta cuestión.<sup>3</sup>

### **Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos (CCFH)**

16. El CCFH está elaborando actualmente un Anteproyecto<sup>4</sup> de Código de Prácticas para la Producción Primaria y el Envasado de Frutas y Hortalizas Frescas. Este Anteproyecto de Código de Prácticas se adelanta al Trámite 5 y abarca una propuesta para el uso de cloro activo como "desinfectante".

17. Por otra parte, el CCFH ha elaborado un Anteproyecto de Directrices para la Reutilización Higiénica del Agua utilizada para la Elaboración en las Fábricas de Alimentos<sup>5</sup>, en que también se hace referencia al uso del cloro.

### **Directrices de la OMS sobre el uso de cloro en el agua potable**

18. En las Directrices de la OMS para la Calidad del Agua Potable se acepta el uso de cloro activo conforme a los siguientes niveles de referencia<sup>6</sup>

<b>Componente químico</b>	<b>Nivel de referencia de la OMS</b>	<b>Observaciones de la OMS</b>
Monocloramina	3 mg/l	-
Di- y tricloramina	-	No existen datos suficientes que permitan recomendar un valor de referencia basado en criterios de salud.
Cloro	5 mg/l	Concentraciones de la sustancia dentro o por debajo del valor de referencia basado en criterios de salud pueden afectar al aspecto, el sabor u olor del agua. Para una desinfección eficaz, tendría que haber una concentración residual de cloro libre de $\geq 0,5$ mg/l después de al menos 30 minutos de contacto, a un pH $< 8,0$ .
Dióxido de cloro	-	No se ha establecido un valor de referencia debido a la rápida descomposición del dióxido de cloro y dado que dicho valor de referencia para el cloro protege suficientemente de la posible toxicidad del dióxido de cloro.

<sup>3</sup> ALINORM 01/18, párrs 146-149

<sup>4</sup> ALINORM 01/13A, párrs. 31-82 y Apéndice II.

<sup>5</sup> CX/FH 00/8

<sup>6</sup> Directrices para la calidad del agua potable, segunda edición, Volumen 2. Criterios sanitarios y demás información subsidiaria, OMS, 1996.

19. La Dependencia de Agua Potable de la OMS pidió al JECFA que evaluara en 2002 el uso de NaDCC: dicloroisocianurato de sodio. Así figura en el Informe del JECFA: Lista de sustancias previstas para su evaluación y solicitud de datos, 59ª reunión, junio de 2002.

## CONSIDERACIONES DE ORDEN QUÍMICO

20. La utilización de cloro activo comprende el empleo de gas de cloro, cloro líquido, dióxido de cloro, formas orgánicas, tales como cloraminas o derivados de ácido isocianúrico. El principio antimicrobiano común del cloro líquido o hipoclorites es el ácido hipocloroso. El dióxido de cloro actuará siguiendo un principio diferente y por tanto la concentración de su empleo es bastante inferior. Forma también menos subproductos orgánicos. Hay también otros inconvenientes.

21. El cloro activo puede reaccionar con materiales orgánicos en alimentos y/o agua. Entre los productos de reacción, los que se observan más frecuentemente son los trihalometanos. Sin embargo, en los alimentos pueden hallarse muchos otros componentes debidos a la presencia de cloro activo. Algunos de estos subproductos pueden ser indefinidos de momento y de ahí que no se detecten analíticamente.

**Cuadro 1.** Productos de reacción que derivan del tratamiento con cloro (Klein, 1990; LeBel et al., 1997; Lykins Jr. et al., 1986; Merlet et al., 1985; Richardson et al., 1996; Ventura et al., 1999 y Zimmerli et al., 1993).

<b>Productos de reacción</b>	
Trihalometanos	Tricloro-, bromodicloro-, dibromocloro- y tribromometano
Alcanos halogenados	Etano, propano y butano clorados y bromados
Alcanos halogenados	Etileno, propeno y buteno clorados y bromados
Ácidos halogenados	Ácido acético monocloro-, dicloro- y tricloro
Aldehídos halogenados	Tricloroetanol, cloropropanoles
Quetones halogenados	Propanona di-, tri- y tetraclorsustituido
Alcoholes halogenados	Cloralhidrato
Haloacetónitrilos	Tricloroaceto-, dicloroaceto-, dibromoaceto- y bromocloroacetónitrilo
Halamina	Cloramina
Tricloronitrometano	Clorpicrina
Fenoles halogenados	Mono-, di- y triclorofenoles
Halopropanoles	3-cloropropandiol, dicloropropanol
Halohidroxifuranonas	3-cloro-4-(diclorometil)-5-hidroxi-2(5H)-furanona

**Cuadro 2.** Concentraciones de productos de reacción clorados en agua para la elaboración de alimentos, tratamiento de agua potable y diferentes tipos de alimentos y bebidas. Las concentraciones se calculan en microgramos/l para los líquidos en nanogramos/gramos para los productos alimenticios sólidos.

<b>Fuente</b>	<b>Componente</b>	<b>Concentración</b>	<b>Referencia</b>
Agua para elaboración	Triclorometano	4,6 – 57,0 µg/l	Uhler y Diachenko, 1987
	Monobromodicloro- metano	2,2 – 14,1 µg/l	Uhler y Diachenko, 1987
	Ticloroetileno	3,0 – 7,8 µg/l	Uhler y Diachenko, 1987
	1,1,1-tricloroetano	2,0 – 4,3 µg/l	Uhler y Diachenko, 1987
	Tetracloroetileno	1,3 µg/l	Uhler y Diachenko, 1987

<b>Fuente</b>	<b>Componente</b>	<b>Concentración</b>	<b>Referencia</b>
Agua potable	Ácido monocloroacético	3,6 – 13,4 µg/l	Jolley, 1989
	Ácido dicloroacético	4,2 – 208 µg/l	Jolley, 1989
	Ácido tricloroacético	0,6 – 115 µg/l	Jolley, 1989
	Cloralhidrato (2,2,2-Triclor-1,1-etandiol)	<0,03 – 16,4 µg/l	Jolley, 1989
	Tricloropropanona	<0,5 – 2,4 µg/l	Jolley, 1989
	Tricloronitrometano	< 3 µg/l	Jolley, 1989
Bebidas tipo cola	Triclorometano	9 – 178 µg/l	Entz, Thomas y Diachenko, 1982, Uhler y Diachenko, 1987
	Monobromodichlorometano	1,2 – 3,8 µg/l	Entz, Thomas y Diachenko, 1982, Uhler y Diachenko, 1987
Otras bebidas que contienen dióxido de carbono	Triclorometano	14,5 – 32 µg/l	Entz, Thomas y Diachenko, 1982
	Triclorometano	2,3 – 15,6 µg/l	Uhler y Diachenko, 1987
	Monobromodichlorometano	1,2 – 2,3 µg/l	Uhler y Diachenko, 1987
Leche pasteurizada	Triclorometano	17 µg/l	Entz, Thomas y Diachenko, 1982
	Triclorometano	0 – 3,1 µg/l	Kroneld y Reunanen, 1990
	1,1,1-tricloretano	0 – 0,03 µg/l	Kroneld y Reunanen, 1990
	Tetrabromometano	0 – 0,02 µg/l	Kroneld y Reunanen, 1990
	Monobromodichlorometano	0 – 0,07 µg/l	Kroneld y Reunanen, 1990
	Monoclorodibromometano	0 – 0,3 µg/l	Kroneld y Reunanen, 1990
Queso	Triclorometano	15 – 17 ng/g	Entz, Thomas y Diachenko, 1982
	Triclorometano	2,4 – 10,9 ng/g	Uhler y Diachenko, 1987
	1,1,1-tricloretano	1,2 – 6,4 ng/g	Uhler y Diachenko, 1987
Mantequilla	Triclorometano	56 ng/g	Entz, Thomas y Diachenko, 1982
	Monobromodichlorometano	7 ng/g	Entz, Thomas y Diachenko, 1982
Helados	Triclorometano	4,6 – 31,2 ng/g	Entz, Thomas y Diachenko, 1982, Uhler y Diachenko, 1987
	1,1,1-triclorometano	2,7 – 37,3 ng/g	Uhler y Diachenko, 1987
Mayonesa	Triclorometano	34 ng/g	Entz, Thomas y Diachenko, 1982

## EFFECTOS MICROBIOLÓGICOS

22. En la mayoría de los casos, el uso de cloro activo sería necesario debido a problemas microbiológicos que se dan en los alimentos o en el agua. La concentración de uso consistiría en una solución intermedia equilibrada entre beneficios frente a los riesgos microbiológicos y el peligro de riesgos derivados de residuos de sustancias químicas. El uso de componentes de cloro activo tiene varios efectos distintos en la microflora. La eficacia del cloro como desinfectante o descontaminante depende del pH y de la temperatura de uso. Al utilizarlo, es indispensable ver si el cloro activo produce o no el efecto deseado. Además, la decisión debería basarse en datos pertinentes relativos al riesgo para los consumidores, incluida una evaluación tanto del riesgo microbiológico como del riesgo químico.

**Cuadro 3.** A continuación figuran algunos ejemplos sobre el efecto bactericida del cloro activo en diversos microorganismos (Block, 1991)<sup>7</sup>:

Organismo	pH	Temperatura (°C)	Tiempo de exposición (minutos)	Concentración en Cl <sub>2</sub> (mg/l)	Efecto bactericida (% de reducción)
<i>Bacillus anthracis</i>	7,2	22	120	2,3 – 2,4	100
<i>Escherichia coli</i>	7,0	20-25	1	0,055	100
<i>Listeria monocytogenes</i>	9,5	20	0,5	100	99-100
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,2	25	0,5	0,8	100
<i>Cistes histolíticas endamoebas</i>	7,0	25	150	0,08-0,12	99-100
<i>Adenovirus</i>	8,8-9,0	25	0,6-0,8	0,2	99,8
<i>Polivirus</i>	7,0	25-28	2	0,11-0,2	99,9

### CONSIDERACIONES DE ORDEN TOXICOLÓGICO

23. El valor de referencia en las Directrices de la OMS para el agua potable se basa en una IDT para el cloro libre de 150 microgramos/kg de peso corporal, y para la monocloramina basada en una IDT de 94 microgramos/kg de peso corporal como valor de referencia. El valor de referencia máximo de la OMS para residuos de cloro en el agua potable es de 5 mg/l (3.2.3). En 1998, el Organismo Americano de Protección Ambiental fijó un nivel máximo de desinfección residual (NMDR) de 4 mg/l para el cloro en sistemas de abastecimiento público de agua.

24. Los resultados de estudios en animales con administración oral de cloro o con productos alimenticios tratados con cloro no indicaron signos de teratogenicidad, toxicidad reproductiva y carcinogenicidad (Vetrano, K.M., 2001). Hay pruebas contrastantes sobre si la administración de harina blanqueada con cloro a ratas tiene o no efectos tóxicos agudos.

25. Durante la desinfección con cloro pueden formarse varios subproductos halogenados, y en estudios se han investigado sus efectos también estudios con animales e *in vitro*. Los efectos de dosis elevadas de estas sustancias van de una toxicidad oxidativa (p. ej., clorita) y mutagenicidad (p. ej., tricloronitrometano) a efectos reproductivos (p. ej., cloroacetatos), neurotoxicidad (p. ej., trihalometanos) y carcinogenicidad (p. ej., tricloroacetaldehído, dicloroacetato, trihalometanos).

26. La OMS ha establecido valores de referencia en el agua potable (OMS, 1996) para los subproductos de desinfección siguientes: dibromoclorometano (100 µg/l), cloroformo (200 µg/l), bromodichlorometano (60 µg/l), bromoformo (100 µg/l), dicloroacetato (50 µg/l), tricloroacetato (100 µg/l), tricloroacetaldehído (10 µg/l), dicloroacetoneitrilo (90 µg/l), dibromoacetoneitrilo (100 µg/l), tricloroacetoneitrilo (1 µg/l), 2,4,6-triclorofenol (200 µg/l), cloruro cianógeno (70 µg/l), cloruro (200 µg/l). No se han fijado valores indicativos para otros subproductos de posible interés como los cloropropanoles y la hidroxifuranona clorada (MX).

<sup>7</sup> Observación: podría no ser equivalente al efecto en alimentos reales, pues el efecto en microorganismos en el caso de alimentos podría ser diferente (menos bactericida) en función del orden de magnitud.

27. En 2000, el IPCS (Programa Internacional sobre Inocuidad de las Sustancias Químicas (OMS, 2000)) evaluó los desinfectantes y los subproductos desinfectantes, llegando a las conclusiones principales siguientes:

1. Ningún subproducto de los estudiados hasta la fecha es un carcinógeno potente en concentraciones como las que se dan normalmente en el agua potable.
2. Los estudios epidemiológicos no ofrecen ninguna demostración convincente de que el agua clorada aumente el riesgo de enfermedades cardiovasculares, de cánceres o embarazos fallidos.

28. Aunque los datos científicos existentes en cuanto a los efectos virtualmente nocivos de ingerir productos alimenticios tratados con cloro no son muy sólidos, la formación de subproductos halogenados tóxicos sigue siendo un factor importante e incierto que habrá de investigarse, por lo que es necesario una evaluación actualizada de riesgos por un comité internacional de expertos sobre alimentos y sustancias químicas en los alimentos.

## **DISCUSIÓN**

29. En este documento se presentan diversos aspectos del cloro: sus definiciones, diversas razones para su uso, así como aspectos de orden químico, microbiológico y toxicológico. El uso de cloro activo dentro y en la superficie de los productos alimenticios puede considerarse incluido en alguna de las definiciones arriba mencionadas sobre desinfectantes (descontaminantes), plaguicidas, aditivos alimentarios, coadyuvantes de elaboración o contaminantes. Algunos Estados Miembros del Codex consideran el cloro activo como un aditivo alimentario, otros exclusivamente como coadyuvantes de elaboración, y en el Código de Prácticas de Higiene se presenta como desinfectante. Además, cabría aducir que los productos de reacción que se encuentran en los alimentos debido al uso de cloro activo son contaminantes en los productos alimenticios y que debería evaluarse su contenido para fines de inocuidad.

## **OPCIONES PARA LA TOMA DE DECISIONES**

30. El uso de cloro activo, y otras sustancias químicas o productos de reacción en los alimentos no deberían perjudicar a la salud humana.

31. Cuando se considere el uso de cloro activo en los alimentos, la primera prioridad debe ser la de realizar una buena evaluación de riesgos de tal uso. En el Codex, las sustancias químicas empleadas en los alimentos como aditivos alimentarios o como coadyuvantes de elaboración o que se encuentran en los productos alimenticios debido a la contaminación deben ser objeto de evaluación por el JECFA. A la evaluación de su inocuidad debe dársele la prioridad principal antes de aplicar un componente a los alimentos.

32. Como ya se indicó al comienzo, la prioridad del Codex a través de sus Normas es proteger la salud del consumidor y favorecer el libre comercio entre los Estados Miembros. Todos los elementos de una norma del Codex tienen un objetivo universal: la producción inocua de alimentos. Esto significa que los métodos de producción especificados, las listas de aditivos alimentarios aceptadas, etc., en las normas, deberían dar por resultado siempre productos alimenticios inocuos. En las normas propuestas antes mencionadas se prevé el uso de cloro activo. Si el uso de componentes químicos no se ajusta a los criterios aplicables al uso inocuo de sustancias químicas en los alimentos, las normas no serían jurídicamente vinculantes para los Estados Miembros.

33. Con objeto de asegurar la inocuidad para el consumidor y favorecer el libre comercio, las opciones para el uso de cloro activo en los alimentos comprenden las consideraciones siguientes:

- a. Desearía ser el JECFA quien se ocupara de evaluar el uso de cloro. Deberá remitirse al JECFA para la evaluación de riesgos el material disponible sobre el cloro activo como sustancia química empleada en contacto con los alimentos.

- b. Las normas antes mencionadas del CCFH y el CCFFP no deberían incluir el uso de cloro como un tratamiento convenido del Codex para las hortalizas o los camarones antes de que se proceda a una evaluación de riesgos. La norma propuesta debería remitirse al CCFAC para la ratificación del empleo de cloro de acuerdo con el procedimiento para los aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos en las normas del Codex.
- c. En los casos en que el cloro activo pueda considerarse como *aditivo alimentario*, habrá que incluir los componentes efectivos en los trabajos sobre la Norma General para los Aditivos Alimentarios, una vez evaluados por el JECFA para todos sus usos.
- d. Si el cloro activo se ha de considerar como *contaminante* debería incluirse en la Norma General para los Contaminantes una vez evaluados por el JECFA.
- e. Si el cloro activo se ha de considerar como *plaguicida o desinfectante (o descontaminante)*, los residuos y los productos de reacción en los alimentos deberían considerarse como contaminantes y habrán de identificarse, evaluarse e incluirse en la Norma General del Codex para los Contaminantes una vez evaluados por el JECFA.
- f. Si el cloro activo se ha de considerar como *coadyuvante de elaboración*, el uso de cloro debería incluirse en el programa para los coadyuvantes de elaboración. Sin embargo, aun en ese caso, los coadyuvantes de elaboración incluidos en las Normas del Codex o Códigos de Prácticas deberían presentarse al CCFAC para su aprobación y sería problemático para éste aceptar el uso de sustancias cuya inocuidad no se haya evaluado precedentemente (dado el resultado incierto de los posibles subproductos).

34. El punto principal de interés es la inocuidad para el consumidor, independientemente de cómo se considere el uso del cloro activo en las definiciones del Codex; en todos los *casos debería evaluarse el uso de cloro activo para comprobar su inocuidad*. Los Comités de Productos proponen en muchos casos las disposiciones del Codex para el uso de sustancias químicas, al igual que hacen otros Comités como el CCFH. En general, estas disposiciones deberían enviarse al CCFAC para su aprobación, antes que la Comisión proceda a la aprobación final de normas, códigos de prácticas, etc.

35. Durante la evaluación en el CCFAC de sustancias químicas utilizadas o que se encuentren como contaminantes, el procedimiento ordinario sería consultar con los evaluadores de riesgos, el JECFA, antes de tomar una decisión. Los borradores de documentos antes mencionados deberían enviarse también al CCFAC para su ratificación. La cuestión de si el cloro activo se emplea o no conforme a una u otra definición podría debatirse independientemente de la evaluación de riesgos y simultáneamente con ella.

## REFERENCIAS

- Abdel-Rahman M.S., D. Couri & R.J. Bull (1984).** Effect of exogenous glutathione, glutathione reductase, chlorine dioxide, and chlorite on osmotic fragility of rat blood in vitro. *J. Am. Col. Toxicol.* 3, 269-275
- Aida Y., K. Yasuhara, K. Takada, Y. Kurokawa, M. Tobe (1992).** Chronic toxicity of microencapsulated bromodichloromethane administered in the diet to Wistar rats. *J. Toxicol. Sci.* 17, 51-68
- Anandh H., Westerhoff P. (1997)** Reactivity and by-products of bromine (HOBr/OBr<sup>-</sup>) reactions with organic carbon, *Annu. Conf. Proc. – Am. Water Works Assoc.*, 713-721.
- Balster R. L., J. F. Borzelleca (1982).** Behavioral toxicity of trihalomethane contaminants of drinking water in mice. *Eviron. Health Perspect.* 46, 127-136
- Batterman S., Zhang L., Wang S. (2000)** Quenching of chlorination disinfection by-product formation in drinking water by hydrogen peroxide, *Wat. Res.*, 34(5), 1652-1658.
- Blazak W. F., J. R. Meier, B. E. Stewart, D. C. Blachman, J. T. Deahl (1988).** Activity of 1,1,1- and 1,1,3-trichloroacetones in a chromosomal aberration assay in CHO cells and the micronucleus and spermhead abnormality assays in mice. *Mutation Res.* 206, 431-438
- Block, S.,S.. Disinfection, Sterilization and Preservation. Fourth edition, 1991. Lea & Fibiger.**
- Bourbigot, M.L., Hascoet, M.C., Levi, Y., Erb, F. and Pommerey, N. (1986)** Role of Ozone and Granular Activated Carbon in the Removal of Mutagenic Compounds. *Environmental Health Perspectives*, 69, 159-163



- Bousher A., Brimblecombe P., Midgley D. (1989)** Kinetics of reactions in solutions containing monochloramine and bromide, *Wat. Res. G.B.*, 23(8), 1049-1058.
- Bull R. J., J. R. Meier, M. Robinson, H. P. Ringhand, R. D. Laurie, J. A. Stober (1985).** Evaluation of mutagenic and carcinogenic properties of brominated and chlorinated haloacetonitriles: By-products of chlorination. *Fundam. Appl. Toxicol.* 5, 1065-1074
- Bull R. J., I. M. Sanchez, M. A. Nelson, J. L. Larson, A. L. Lansing (1990).** Liver tumor induction in B6C3F1 mice by dichloroacetate and trichloroacetate. *Toxicology* 63, 341-359
- Bøgh-Sørensen, L., Jul, M., Jensen, J.H., Zeuthen, P. (1988)** *Konserveringsteknik*, vol. 2. DSR-forlag, København.
- Camel, V. and Bermond, A. (1998)** The use of ozone and associated oxidation processes in drinking water treatment. *Water Research*, 32, No. 11, 3208-3222.
- Christensen, A.S. and Wick, M.R. (1998)** Desinficering af råvand med ultraviolet belysningsanlæg. *Vandteknik* 1, feb. 98, 12-15.
- Cicmanec J. L., L. W. Condie, G. R. Olson, S. R. Wang (1991).** 90-day toxicity study of dichloroacetate in dogs. *Fundam. Appl. Toxicol.* 17, 376-389
- Clarke, N.A. og Berman, M.S. (1983)** *Disinfection of Drinking Water, Swimming-Pool Water, and Treated Sewage Effluents*. I: Block, S.S. (ed) *Disinfection, Sterilization, and Preservation*. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Colette T.W., Richardson S.D., Thruston Jr. A.D. (1994)** Identification of bromohydrins in ozonated waters, *Appl. Spectr.*, 48(10), 1181-1192.
- Crane A.M., Kovacic P., Kovacic E.D. (1980)** Volatile halocarbon production from the chlorination of marine alga by products, including D-Mannitol, *Environ. Sci. Technol.*, 14(11), 1371-1374.
- Craun G. F. (ed.) (1993).** *Safety of water disinfection: Balancing chemical & microbial risks*. ILSI Press, Washington D.C., USA
- Crochet R.A., Kovacic P. (1973)** Conversion of *o*-Hydroxyaldehydes and ketones into *o*-hydroxyanilids by monochloramine, *J. Chem. Soc. Chem. Comm.*, 716-717.
- Cunningham H.M., Lawrence G.A. (1977)** Effect of exposure of meat and poultry to chlorinated water on the retention of chlorinated compounds and water, *J. Food Sci.*, 42(6), 1504-1505, 1509.
- Daniel F. B., M. Robinson, J. A. Stober, N. P. Page, G. R. Olson (1992a).** Ninety-day toxicity study of chloral hydrate in the Sprague-Dawley rat. *Drug Chem. Tox.* 15, 217-232
- Daniel F. B., A. B. DeAngelo, J. A. Stober, G. R. Olson, N. P. Page (1992b).** Hepatocarcinogenicity of chloral hydrate, 2-chloroacetaldehyde, and dichloroacetic acid in male B6C3F1 mouse. *Fundam. Appl. Toxicol.* 19, 159-168
- Diehl A.C., Speitel jr. G.E., Symons J.M., Krasner S.W. (1995)** Factors affecting disinfection by-product formation during chloramination, *Annu. Conf. Proc. – Am. Water Works Assoc.*, 535-546.
- Dunnick J. K., R. L. Melnick (1993).** Assessment of the carcinogenic potential of chlorinated water: experimental studies of chlorine, chloramine, and trihalomethanes. *J. Natl. Cancer Inst.* 85, 817-822
- EHC 216: Disinfectants and disinfectant by-products.** IPCS. World Health Organization 2000.
- Entz R. C., Thomas K. W., Diachenko G. W. (1982)** Residues of volatile halocarbons in foods using Headspace Gas Chromatography, *J. Agric. Food Chem.*, 30, 846-849.
- Eustis S. L., J. K. Haseman, W. F. Mackenzie, K. M. Abdo (1995).** Toxicity and carcinogenicity of 2,3-dibromo-1-propanol in F344/N rats and B6C3F1 mice. *Fundam Appl Toxicol.* 26, 41-50
- Friedman M., Stevens K.L., Wilson R.E. (1995)** Inactivation of a tetrachloroimide mutagen from simulated processing water, *J. Agric. Food Chem.*, 43(9), 2424-2427.
- Furnus C. C., M. A. Ulrich, M. C. Terreros, F. N. Dulout (1990).** The induction of aneuploidy in cultured Chinese hamster cells by propionaldehyde and chloral hydrate. *Mutagenesis* 5, 323-326
- Ghanbari H.A., Wheeler W.B., Kirk J.R. (1982)** Reactions of aqueous chlorine and chlorine dioxide with lipids: Chlorine incorporation, *J. Food Sci.*, 47, 482-485.
- Giller S., F. Le Curieux, L. Gauthier, F. Erb, D. Marzin (1995).** Genotoxicity assay of chloral hydrate and chloropicrine. *Mutat. Res.* 348, 147-152
- Gordon G., Bubnis B. (1999)** Ozone and Chlorine Dioxide: Similar chemistry and measurement issues, *Ozone Sci. Eng.*, 21(5), 447-464.
- Gorman, B.M., Sofos, J.N., Morgan, J.B., Schmidt, G.R. og Smith, G.C. (1995)** Evaluation of Hand-Trimming, Various Sanitizing Agents, and Hot Water Spray as Decontamination Interventions for Beef Brisket Adipose Tissue. *Journal of Food Protection*, 58, 8, 899-907.
- Han, Y., Guentert, A.M., Smith, R.S., Linton, R.H. og Nelson, P.E. (1999)** Efficacy of chlorine dioxide gas as a sanitizer for tanks used for aseptic storage. *Food Mikrobiologi*, 16, 53-61.

- Harrington-Brock K., C. L. Doerr, M. Moore (1995).** Mutagenicity and clastogenicity of 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone (MX) in L5178y/TK<sup>+/</sup>-3.7.2C mouse lymphoma cells. *Mutation Res.* 348, 105-110
- Hayashi M., M. Kishi, T. Sofuni, M. Ishidate (1988).** Micronucleus tests in mice on 39 food additives and eight miscellaneous chemicals. *Fd. Chem. Toxic.* 26, 487-500
- Hiddink J. (1995)** Water supply, sources, quality and water treatment in the dairy industry, *Bull. IDF.*, 308, 16-32.
- Hoigné J. (1985)** Organic micropollutants and treatment processes: Kinetics and final effects of ozone and chlorine dioxide, *Sci. Tot. Environ.*, 47, 169-185.
- Holme J.A., Steffensen I.-L., Brunborg G., Becher G., Alexander J. (1999)** Klorering av drikkevann – mulig kreftisiko av et biprodukt, *Tidsskr. Nor. Lægeforen*, 119(17), 2528-2530.
- International Programme on Chemistry Safety (1998)**, Environmental health criteria monograph for disinfectants and disinfectant by-products, *Summary and conclusions of IPCS task group, Geneva.*
- Jansson K., V. Jansson (1992).** Genotoxicity of 2,4,6-trichlorophenol in V79 Chinese hamster cells. *Mutat. Res.* 280, 175-179
- Jansson K., J. Maki-Paakkanen, S. L. Vaittinen, T. Vartiainen, H. Komulainen, J. Tuomisto (1993).** Cytogenetic effects of 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone (MX) in rat peripheral lymphocytes in vitro and in vivo. *Mutation Res.* 229, 25-28
- Jolley R.L. (1989)** Trace substances present as chlorination by-products in drinking and process waters, *Trace Subst. Environ. Health*, 22, 205-214.
- Johnston J.J., Ghanbari H.A., Wheeler W.B., Kirk J.R. (1983)** Chlorine incorporation in shrimp, *J. Food Sci.*, 48, 668-670.
- Jorgenson T. A., E. F. Meierhenry, C. J. Rushbrook (1985).** Carcinogenicity of chloroform in drinking water to male Osborne-Mendel rats and female B6C3F<sub>1</sub> mice. *Fundam. Appl. Toxicol.* 5, 760-769
- Juven, J.B. og Pierson, M.D. (1996)** Antibacterial Effects of Hydrogen Peroxide and Methods for its Detection and Quantitation. *Journal of Food Protection*, 59, 11, 1233-1241.
- Kim, J.-G., Yousef, A.E. og Dave, S. (1999)** Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review. *J. of Food Protection*, 62, No. 9, 1071-1087.
- Klein S. (1990)** Bildung von Organohalogenverbindungen bei der Wasserchlorung, *Z. Gesamte Hyg.*, 36(10), 532-535.
- Klinefelter G. R., J. D. Suarez, N. L. Roberts, A. B. DeAngelo (1995).** Preliminary screening for the potential of drinking water disinfection byproducts to alter male reproduction. *Reprod. Toxicol.* 9, 571-578
- Ko Y.-W., Chiang P.-C., Chang E.E. (1996)** The effect of bromide ion on the formation of organohalogen disinfection by-products during ozonation, *Ozone Sci. Eng.*, 18(4), 349-361.
- Kroll R. B., G. D. Robinson, J. H. Chung (1994).** Characterization of trihalomethane (THM)-induced renal dysfunction in the rat. I: Effects of THM on glomerular filtration and renal concentrating ability. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 27, 1-4
- Kroneld R., Reunanen M. (1990)** Determination of volatile pollutants in human and animal milk by GC-MS, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 44, 917-923.
- Kurokawa Y., Y. Hayashi, A. Maekawa, M. Takahashi, T. Kokubo, S. Odashima (1983).** Carcinogenicity of potassium bromate administered orally to F344 rats. *JNCI* 71, 965-972
- Kurokawa Y., S. Takayama, Y. Konishi, Y. Hiasa, S. Asahina, M. Takahashi, A. Maekawa, Y. Hayashi (1986).** Long-term in vivo carcinogenicity tests of potassium bromate, sodium hypochlorite, and sodium chlorite conducted in Japan. *Environ. Health Persp.* 69, 221-235
- Kurokawa Y., A. Maekawa, M. Takahashi, Y. Hayashi (1990).** Toxicity and carcinogenicity of potassium bromate – A new renal carcinogen. *Environ. Health Persp.* 87, 309-335
- Lahl U., Cetinkaya M., Düsèlzn J.V., Gabel B., Stachel B., Thiemann W. (1982)** Health risks for infants caused by trihalomethane generation during chemical disinfection of feeding utensils, *Ecol. Food Nutr.*, 12, 7-17.
- LeBel G.L., Benoit F.M., Williams D.T. (1997)** A one-year survey of halogenated disinfection by-products in the distribution system of treatment plants using three different disinfection processes, *Chemosphere*, 34(11), 2301-2317.
- Le Curieux F., L. Gauthier, F. Erb, D. Marzin (1995).** The use of the SOS chromotest, the Ames-fluctuation test and the new micronucleus test to study the genotoxicity of four trihalomethanes. *Mutagenesis* 10, 333-341
- Lund E. (1991)** Desinfektion af vand i bryggeriet, *Brygmesteren*, 48(4), 9-11,13.

- Lykins jr. B.W., Koffskey W. (1986)** Products identified at an alternative disinfection pilot plant, *Environ. Health Perspect.*, 69, 119-128.
- Madaeni, S.S. (1999)** Review Paper: The Application of Membrane Technology for Water Disinfection. *Water Research*, 33, No. 2, 301-308.
- Magara Y., Sasaki T., Kozasa H., Asami M., Aizawa T. (1996)** Comparative study of disinfectants for water supply, *Wat. Supply*, 14(3/4), 381-386.
- Meier J. R., W. F. Blazek, R. B. Knohl (1987)**. Mutagenic and clastogenic properties of 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone: A potent bacterial mutagen in drinking water. *Environ. Mol. Mutagenesis* 10, 411-424
- Meier J.R., Knohl R.B., Coleman W.E., Ringhand H.P., Munch J.W., Kaylor W.H., Streicher R.P., Kopfler F.C. (1987)** Studies on the potent bacterial mutagen, 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone: Aqueous stability, XAD recovery and analytical determination in drinking water and in chlorinated humic acid solutions, *Mutation Res.*, 189(4), 363-373.
- Merlet N., Thibaud H., Dore M. (1985)** Chloropicrin formation during oxidative treatments in the preparation of drinking water, *Sci. Tot. Environ.*, 47, 223-228.
- Morin, P. (2000)** Identification of the bacteriological contamination of a water treatment line used for haemodialysis and its disinfection. *J. of Hospital Infection*, 45, 218-224.
- Neale R. (1964)** The chemistry of ion radicals. The free radical addition of N-chloroamines to olefinic and acetylenic hydrocarbons, *J. Am. Chem. Soc.*, 88, 5340-5342.
- Omura M., M. Hirata, M. Zhao, A. Tanaka, N. Inoue (1995)**. Comparative testicular toxicities of two isomers of dichloropropanol, 2,3-dichloro-1-propanol, and 1,3-dichloro-2-propanol, and their metabolites alpha-chlorohydrin and epichlorohydrin, and the potent testicular toxicant 1,2-dibromo-3-chloropropane. *Bull Environ Contam Toxicol.* 55, 1-7
- Parker, I. and Hughes, D. (1998)** Activated Carbon. I: Water Treatment Primer. Civil Engineering Dept. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Pegram R. A., M. E. Andersen, S. H. Warren, T. M. Ross, L. D. Claxton (1997)**. Glutathione S-transferase-mediated mutagenicity of trihalomethanes in Salmonella Typhimurium: contrasting results with bromodichloromethane and chloroform. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 144, 183-188
- Prieto R., E. Fernandez (1993)**. Toxicity and mutagenesis by chlorate are independent of nitrate reductase in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Mol. Gen. Genet.* 237, 429-438
- Porter K. E., A. R. Jones (1982)**. The effect of the isomers of alpha-chlorohydrin and racemic beta-chlorolactate on the rat kidney. *Chem Biol Interact.* 41, 95-104
- Rathbun R.E. (1996)** Disinfection byproduct yields from the chlorination of natural waters, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 31, 420-425.
- Reckhow D.A., Croue J.P. (1989)** Destruction of chlorinated byproducts with sulfite, *Environ. Sci. Technol.*, 23, 1412-1419.
- Rice R. G. (1999)** Ozone in the United States of America – State-Of-The-Art, *Ozone Sci. Eng.*, 21(2), 99-118.
- Rice R.G., Gomez-Taylor M. (1986)** Occurrence of by-products of strong oxidants reacting with drinking water contaminants – scope of the problem, *Environ. Health Perspect.*, 69, 31-44.
- Richardson S.D., Thruston jr. A.D., Caughran T.V., Chen P.H., Collette T.W., Floyd T.L., Schenck K.M., Lykins jr. B.W., Sun G., Majetich G. (1999)** Identification of new ozone disinfection byproducts in drinking water, *Environ. Sci. Technol.*, 33, 3368-3377.
- Richardson S.D., Thruston jr. A.D., Collette T.W., Patterson K.S., Lykins jr. B.W., Majetich G., Zhang Y. (1994)** Multispectral identification of chlorine dioxide disinfection byproducts in drinking water, *Environ. Sci. Technol.*, 28(4), 592-599.
- Richardson S.D., Thruston jr. A.D., Collette T.W., Patterson K.S., Lykins jr. B.W. Ireland J.C. (1996)** Identification of TiO<sub>2</sub>/UV disinfection byproducts in drinking water, *Environ. Sci. Technol.*, 30, 3327-3334.
- Rijhsinghani K. S., C. Abrahams, M. A. Swerdlow, K. V. Rao & T. Ghose (1986)**. Induction of neoplastic lesions in the livers of C57BLxC3HF1 mice by chloral hydrate. *Cancer Detect. Prev.* 9, 279-288
- Robinson D., Mead G.C., Barnes K.A. (1981)** Detection of chloroform in the tissues of freshly eviscerated poultry carcasses exposed to water containing added chlorine or chlorine dioxide, *Bull. Environ. Contam.*, 27(2), 145-150.
- Robinson M., R. J. Bull, G. R. Olson, J. Stober (1989)**. Carcinogenic activity associated with halogenated acetones and acroleins in the mouse skin assay. *Cancer Lett.* 48, 197-203
- Saillenfait A. M., I. Langonne, J. P. Sabate (1995)**. Developmental toxicity of trichloroethylene, tetrachloroethylene and four of their metabolites in rat whole embryo culture. *Arch. Toxicol.* 70, 71-82

- Smith M. K., E. L. George, H. Zenick, J. M. Manson, J. A. Stober (1987).** Developmental toxicity of halogenated acetonitriles: Drinking water by-products of chlorine disinfection. *Toxicology* 46, 83-93
- Smith M. K., J. L. Randall, E. J. Read, J. A. Stober (1992).** Developmental toxicity of dichloroacetate in the rat. *Teratology* 46, 217-223
- Soroushian F., Kwan A., Abramson C., Ferris M., Archer J., Mohammed A. (1996)** Pilot-scale studies of High-Intensity UV disinfection by-products, *Wat. Environ. Fed. Proc. (WEFTEC)*, 6, 55-60.
- Stauber A. J., R. J. Bull (1997).** Differences in phenotype and cell replicative behavior of hepatic tumors induced by dichloroacetate (DCA) and trichloroacetate (TCA). *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 144, 235-246
- Stocker K. J., J. Statham, W. R. Howard & R. J. Proudlock (1997).** Assessment of the potential in vivo genotoxicity of three trihalomethanes: chlorodibromomethane, bromodichloromethane and bromoform. *Mutagenesis* 12, 169-173
- Suh D. H., M. S. Abdel-Rahman, R. J. Bull (1983).** Effect of chlorine dioxide and its metabolites in drinking water on fetal development in rats. *J. Appl. Toxicol.* 3, 75-79
- Tatken R. L., R. J. Lewis (1983).** Registry of toxic effects of chemical substances. Vol. 2. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH
- Tsai L.S., Mapes C.J., Huxsoll C.C. (1987)** Aldehydes in poultry chiller water, *Poult. Sci.*, 66(6), 983-989.
- Uhler A.D., Diachenko G.W. (1987)** Volatile halocarbon compounds in process water and processed food, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 39, 601-607.
- Ventura F., Cancho B., Galceran M.T. (1999)** Behavior of halogenated disinfection by-products in the water treatment plant of Barcelona Spain, *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.*, 63, 610-617.
- Vetrano KM.** Molecular chlorine: Health and environmental effects. *Rev Environ Contam Toxicol* 2001; 170: 75-140
- von Bockelmann, B. og von Bockelmann, I. (1998)** Long-Life Products: A guide to quality. Fäth & Hässler, Sverige.
- von Gunten U. (1998)** Ozonanwendung in der Trinkwasseraufbereitung: Möglichkeiten und Grenzen, *Mitt. Gebiete Lebensmitt. Hyg.*, 89(6), 669-683.
- von Sonntag C., Dowideit P. (1998)** Reaction of ozone with ethene and its methyl- and chlorine-substituted derivatives in aqueous solution, *Environ. Sci. Technol.*, 32(8), 1112-1119.
- Waller K., S. H. Swan, G. DeLorenze, B. Hopkins (1998).** Trihalomethanes in drinking water and spontaneous abortion. *Epidemiology* 9, 134-40
- Wardle, M.D. og Renninger, G.M. (1975)** Bacterial Effect of Hydrogen Peroxide on Spacecraft Isolates. *Applied Microbiology*, 30, 4, 710-711.
- Weber, W.J. and LeBoeuf, E.J. (1999)** Processes or Advanced Treatment of Water. *Water Science and Technology*, 40, No. 5, 11-19.
- Wei C.-I., Fukayama M. Y., Hsioukun T., Wheeler W. B. (1986)** Reactions of aqueous chlorine and chlorine dioxide with model food compounds, *Environ. Health Perspect.*, 69, 267-274.
- Wei C.I., Ghanbari H.A., Wheeler W.B., Kirk J.R. (1984)** Fate of chlorine during flour chlorination, *J. Food Sci.*, 49, 1136-1138, 1153.
- Weinberg H. (1999)** Disinfection byproducts in drinking water, *Analytical Chem. News & Features*, 23(71), 801A-808A.
- World Health Organization (1996).** Guidelines for drinking-water quality – 2. ed. Mastercom/Wiener Verlag, Austria
- Wright, J.R., Sumner, S.S., Hackney, C.R., Pierson, M.D. og Zoecklein, B.W. (2000)** Efficiency of Ultraviolet Light for Reducing *Escherichia coli* in Unpasteurized Apple Cider. *Journal of Food Protection*, 63, 5, 563-567.
- Yokose Y., K. Uchida, D. Nakae, K. Shiraiwa, K. Yamamoto & Y. Konishi (1987).** Studies of carcinogenicity of sodium chlorite in B6C3F1 mice. *Environ. Health Persp.* 76, 205-210
- Yount E. A., S. Y. Felten, B. L. O'Connor, R. G. Peterson, R. S. Powell, M. N. Yum, R. A. Harris (1982).** Comparison of the metabolic and toxic effects of 2-chloropropionate and dichloroacetate. *J. Pharmacol. Exp. Thera.* 222, 501-508.
- Zimmer G. (1996)** Kontinuierliche Überwachung der Anlagen-Desinfektion, *ZFL*, 47(10), 18-20.
- Zimmerli B., Schlatter J. (1993)** Vorkommen und gesundheitliche Bedeutung von Nebenprodukten der Trinkwasserchlorierung, speziell des Chlorhydroxyfuranons (MX), *Mitt. Geb. Lebensm. Hyg.*, 84, 662-676.