

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 03/11
Diciembre de 2002

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

COMITÉ DEL CODEX SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

35ª reunión

Arusha, Tanzania, 17-21 de marzo de 2003

DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE EL USO DE CLORO ACTIVO

Los gobiernos y organismos internacionales interesados que deseen presentar observaciones sobre los temas que se indican a continuación quedan invitados a hacerlo **para el 31 de enero de 2003** remitiéndolas a la dirección siguiente: Netherlands Codex Contact Point, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, P.O. Box 20401, 2500 E.K., The Hague, The Netherlands (Fax: +31.70.378.6141; correo electrónico: info@codexalimentarius.nl, con copia al Secretario de la Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia (Fax: +39.06.5705.4593; correo electrónico: Codex@fao.org).

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.¹ Los componentes de cloro activo son sustancias químicas utilizadas 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 de reacción en los alimentos. Sin embargo, el JECFA no ha evaluado la inocuidad del empleo de cloro activo en productos alimenticios o en la superficie de los mismos. Pese a la falta de una evaluación de su inocuidad, en las normas del Codex sobre productos se analizan diversos usos 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 o desinfección; ahora bien, la inocuidad de esas sustancias químicas no se ha demostrado hasta la fecha de forma convincente.
4. El Comité debatió sobre el tema y acordó que la delegación de Dinamarca, en cooperación con las de Noruega, Finlandia, Israel y la OMS, debía elaborar un documento de debate para su examen por el CCFAC en su 34ª reunión.
5. En la 34ª reunión del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos se presentó y examinó el documento de debate sobre el uso del cloro activo.² Se señaló que el cloro activo se

¹ ALINORM 01/12A, párrs. 199-204

² ALINORM 03/12, párrs. 69-73

utilizaba de forma habitual para diferentes fines, entre los que se incluían usos en contacto directo con alimentos. El Comité reconoció la necesidad de que el JECFA evaluara el empleo del cloro activo teniendo en cuenta la existencia de diferentes compuestos de cloro, las diversas posibilidades de uso en alimentos y los subproductos que pueden formarse. Además, en la evaluación de la inocuidad del empleo de cloro activo deberán examinarse los riesgos de tipo microbiológico y toxicológico.

6. El Comité convino en que dicho documento de debate debía revisarse a tenor de lo debatido y de las observaciones recibidas como respuesta a una circular. El documento de debate se distribuyó para recabar observaciones, pero no se recibió observación alguna; se recomienda que el Comité reabra el debate tomando en consideración las deliberaciones de la 34ª reunión.

FINALIDAD

7. 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 o descontaminante aplicado a los alimentos y sobre los aspectos de inocuidad de dicho empleo.

ANTECEDENTES

8. El cloro activo en las normas del Codex sobre higiene se considera un desinfectante; no obstante, las sustancias químicas (como el cloro activo) podrían clasificarse dentro del sistema del Codex en diferentes categorías posibles en función del uso a que se destinan. A continuación figuran las definiciones pertinentes:

DEFINICIONES³

9. Los *desinfectantes* no están definidos en el Codex. 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 conjunto 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. Este requisito se aplica también a otros desinfectantes, en diversas concentraciones.

10. 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 reguladores 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".

11. Por *contaminante* se entiende "cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente 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".

12. Por *aditivo alimentario* se entiende "cualquier sustancia que 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

³ Manual de Procedimiento del Codex, undécima edición, FAO y OMS 2000.

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".

13. 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 en el producto final".

14. Las citadas definiciones del Codex son complejas y se prestan a veces a distintas interpretaciones. 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 categorías antes mencionadas. Parte de estas consideraciones se recogieron en el documento de examen sobre los coadyuvantes de elaboración, CX/FAC 01/10.

15. 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.

SITUACIÓN DEL CLORO Y NORMAS DEL CODEX

16. El JECFA evaluó el cloro como aditivo alimentario en 1963: el cloro tiene asignado el número 925 del Sistema Internacional de Numeración (SIN) y el dióxido de cloro el 926, definidos ambos como agentes de tratamiento de la harina. Además, la evaluación de la inocuidad 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 la inocuidad de los componentes de cloro activo cuando se emplean en agua destinada a entrar en contacto directo con alimentos durante los procesos industriales.

Comité del Codex sobre Pescado y Productos Pesqueros (CCFFP)

17. El CCFFP abordó el empleo de agua clorada en la producción íctica y pesquera y tuvo a disposición para su examen un documento elaborado por la OMS en colaboración con la FAO, que incluye un estudio de las prácticas actuales en los Estados Miembros. En ese documento se recordaba que era frecuente el uso de agua clorada 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.⁴

Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos (CCFH)

18. El CCFH está elaborando actualmente un Anteproyecto⁵ 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".

19. Por otra parte, el CCFH ha elaborado un Anteproyecto de Directrices para la Reutilización Higiénica del Agua de Elaboración en las Fábricas de Alimentos,⁶ en que también se hace referencia al uso de cloro.

⁴ ALINORM 01/18, párrs 146-149

⁵ ALINORM 01/13A, párrs. 31-82 y Apéndice II.

⁶ CX/FH 00/8

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

20. 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 ⁷

| Componente químico | Nivel de referencia de la OMS | Observaciones de la OMS |
|----------------------------|-------------------------------|---|
| Monocloramina | 3 mg/l | - |
| Dicloramina 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 iguales o inferiores al valor de referencia basado en criterios de salud pueden afectar al aspecto, sabor u olor del agua. Para una desinfección eficaz, debería haber una concentración residual de cloro libre $\geq 0,5$ 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 el valor de referencia para el cloro protege suficientemente de la posible toxicidad del dióxido de cloro. |

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

21. La utilización de cloro activo comprende compuestos inorgánicos, como cloro gaseoso, cloro líquido, dióxido de cloro y derivados del ácido hipocloroso, y orgánicos, como cloraminas o derivados del ácido isocianúrico. El principio antimicrobiano común del cloro líquido y los hipocloritos es el ácido hipocloroso. Las concentraciones de uso del dióxido de cloro son mucho menores.

22. El cloro activo puede reaccionar con sustancias orgánicas presentes en los alimentos o en el 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 producidos por el cloro activo. Es posible que algunos de estos subproductos no estén actualmente definidos y, por consiguiente, no se detecten analíticamente.

⁷ Directrices para la calidad del agua potable, segunda edición, Volumen 2. Criterios sanitarios y demás información subsidiaria, OMS, 1996.

Cuadro 1. Productos de reacción derivados 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).

| Productos de reacción | |
|------------------------------|---|
| Trihalometanos | Triclorometano, bromodichlorometano, dibromoclorometano y tribromometano |
| Alcanos halogenados | Etano, propano y butano clorados y bromados |
| Alquenos halogenados | Etileno, propeno y buteno clorados y bromados |
| Ácidos halogenados | Ácidos monocloroacético, dicloroacético y tricloroacético |
| Aldehídos halogenados | Tricloroetanal, cloropropanales |
| Cetonas halogenadas | Dicloropropanona, tricloropropanona y tetracloropropanona |
| Alcoholes halogenados | Hidrato de cloral |
| Acetonitrilos halogenados | Tricloroacetnitrilo, dicloroacetnitrilo, dibromoacetnitrilo y bromocloroacetnitrilo |
| Aminas halogenadas | Cloramina |
| Tricloronitrometano | Cloropicrina |
| Fenoles halogenados | Monoclorofenoles, diclorofenoles y triclorofenoles |
| Propanoles halogenados | 3-cloropropanodiol, dicloropropanol |
| Hidroxifuranonas halogenadas | 3-cloro-4-(diclorometil)-5-hidroxi-2(5H)-furanona |

Cuadro 2. Concentraciones de productos de reacción clorados en agua para elaboración de alimentos, agua para consumo y en diferentes tipos de alimentos y bebidas. Las concentraciones de los líquidos se calculan en microgramos/litro y las de los productos alimenticios sólidos en nanogramos/gramo.

| Fuente | Componente | Concentración | Referencia |
|--|--|-------------------|--|
| Agua para elaboración | Triclorometano | 4,6 – 57,0 µg/l | Uhler y Diachenko, 1987 |
| | Monobromodichlorometano | 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 |
| Agua para consumo | 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 |
| | Hidrato de cloral (2,2,2-Tricloro-1,1-etanodiol) | <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-tricloroetano | 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-tricloroetano | 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 y análisis de riesgos

23. 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 sería una solución intermedia equilibrada entre los beneficios de protección contra los peligros microbiológicos y los posibles peligros 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. Antes de utilizarlo, es indispensable analizar si el cloro activo produce o no el efecto deseado.

24. En general, el efecto positivo de descontaminación microbiológica de los compuestos de cloro deberá compararse con un posible efecto negativo de la ingesta de cloro y sus derivados.

Cuadro 3. A continuación figuran algunos ejemplos del efecto bactericida del cloro activo en diversos microorganismos (Block, 1991).⁸

| Organismo | pH | Temperatura (°C) | Tiempo de exposición (minutos) | Cl ₂ Concentración (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 |
| Quistes de <i>Entamoeba histolytica</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>Poliovirus</i> | 7,0 | 25-28 | 2 | 0,11-0,2 | 99,9 |

CONSIDERACIONES DE ORDEN TOXICOLÓGICO (sobre la ingesta de cloro)

25. El valor de referencia indicado en las Directrices de la OMS para el agua potable para el cloro libre se basa en una IDT de 150 µg/kg de peso corporal, y el correspondiente a la monocloramina en una IDT de 94 µg/kg de peso corporal. 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 de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) fijó una concentración residual máxima tras la desinfección (MRDL) de 4 mg/l para el cloro en los sistemas de abastecimiento público de agua.

26. Los resultados de estudios en animales con administración oral de cloro o de productos alimenticios tratados con cloro no indicaron signos de teratogenicidad, toxicidad para la función reproductora o carcinogenicidad (Vetrano, K.M., 2001). Existen datos contradictorios en cuanto a si la administración de harina blanqueada con cloro produce o no efectos tóxicos agudos en ratas.

⁸ Observación: podría no ser equivalente al efecto en alimentos reales, puesto que en microorganismos presentes en los alimentos tal efecto podría ser diferente (nuevos bactericida) en varios órdenes de magnitud.

27. Durante la desinfección con cloro pueden formarse diversos subproductos halogenados, y también se han investigado sus efectos en estudios con animales e in vitro. Los efectos de dosis elevadas de estas sustancias van de la toxicidad por acción oxidativa (p. ej., clorito) y la mutagenicidad (p. ej., tricloronitrometano) a la toxicidad para la función reproductora (p. ej., cloroacetatos), neurotoxicidad (p. ej., trihalometanos) y carcinogenicidad (p. ej., tricloroacetaldehído, dicloroacetato, trihalometanos).

28. 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), bromodiclorometano (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 de cianógeno (70 µg/l), clorito (200 µg/l). No se han fijado valores de referencia para otros subproductos que podrían suscitar preocupación, como los cloropropanoles y la hidroxifuranona clorada (MX).

29. El Programa Internacional sobre Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS) de la OMS evaluó en 2000 los desinfectantes y los subproductos de desinfectantes, llegando a las siguientes conclusiones principales:

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 pruebas convincentes de que el agua clorada aumente el riesgo de enfermedades cardiovasculares, de cáncer o de desenlaces desfavorables de la gestación.

30. Aunque las pruebas científicas existentes de efectos virtualmente nocivos de ingerir productos alimenticios tratados con cloro no son muy sólidas, la formación de subproductos halogenados tóxicos sigue siendo un factor importante e incierto que habrá de investigarse, por lo que es necesario que un comité internacional de expertos en alimentos y sustancias químicas en los alimentos realice una evaluación de riesgos actualizada.

RESUMEN

31. En este documento se presentan diversos aspectos del cloro: definiciones, razones para su uso y aspectos químicos, microbiológicos y toxicológicos. El uso de cloro activo en productos alimenticios (y en la superficie de los mismos) puede considerarse incluido en cualquiera de las mencionadas definiciones de 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 coadyuvante 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 después del uso de cloro activo son contaminantes de los productos alimenticios y que debería evaluarse la inocuidad de las concentraciones de dichos productos de reacción.

OPCIONES PARA LA ADOPCIÓN DE DECISIONES

32. El uso de cloro activo y de otras sustancias químicas o sus productos de reacción en los alimentos no deberá ser perjudicial para la salud de las personas.

33. Cuando se considere el uso de cloro activo en productos alimenticios, la primera prioridad debe ser la de realizar una correcta evaluación de los 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 evaluadas por el JECFA. Debe darse prioridad principal a la evaluación de la inocuidad de un componente antes de su aplicación en alimentos.

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 las normas del Codex tienen un objetivo universal: asegurar la inocuidad de los alimentos consumidos. El uso de cloro activo puede influir en la inocuidad de los alimentos, en aspectos tanto microbiológicos como químicos. Con objeto de asegurar la

inocuidad para el consumidor y favorecer el libre comercio, se plantean las siguientes opciones con respecto al uso de cloro activo en los alimentos:

- i. El JECFA deberá evaluar diversos compuestos de cloro activo. El material disponible relativo al empleo del cloro activo como sustancia química que entra en contacto con alimentos deberá remitirse al JECFA para la evaluación de los riesgos de orden químico y toxicológico. Esta evaluación deberá vincularse con la eficiencia antimicrobiana de este grupo de sustancias químicas.
 - ii. Las normas antes mencionadas del CCFH y el CCFPP no deberían incluir el uso de cloro como un tratamiento aceptado por el Codex para las hortalizas o los camarones antes de que se proceda a una evaluación de sus 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.
 - iii. En los casos en que el cloro activo pueda considerarse un *aditivo alimentario*, habrá que incluir los componentes efectivos en los trabajos sobre la Norma General para los Aditivos Alimentarios, una vez evaluados todos sus usos por el JECFA.
 - iv. *En caso de que* el cloro activo se haya de considerar un *contaminante*, deberá incluirse en la Norma General para los Contaminantes tras su evaluación por el JECFA.
 - v. *En caso de que* el cloro activo se haya de considerar un *plaguicida o desinfectante (o descontaminante)*, sus residuos y productos de reacción en los alimentos se considerarán contaminantes y deberán identificarse, evaluarse e incluirse en la Norma General del Codex para los Contaminantes una vez evaluados por el JECFA.
 - vi. *En caso de que* el cloro activo se haya de considerar un *coadyuvante de elaboración*, el uso de cloro deberá incluirse en el programa para los coadyuvantes de elaboración. Sin embargo, aun en ese caso, los coadyuvantes de elaboración incluidos en las normas o códigos de prácticas del Codex deberán presentarse al CCFAC para su aprobación y sería problemático para este Comité aceptar el uso de sustancias cuya inocuidad no haya sido evaluada (dada la incertidumbre en relación con los posibles subproductos).
34. El objetivo principal es la inocuidad para el consumidor, independientemente de cómo se considere el uso del cloro activo a tenor de las definiciones del Codex; en todos los casos *deberá evaluarse la inocuidad* del empleo de cloro activo. Frecuentemente, los Comités de Productos y otros Comités como el CCFH realizan propuestas de disposiciones del Codex para el uso de sustancias químicas. En general, estas disposiciones deberán enviarse al CCFAC para su aprobación, antes de la aprobación final por la Comisión para su inclusión en normas, códigos de prácticas, etc.
35. Durante la evaluación en el CCFAC de sustancias químicas utilizadas o presentes como contaminantes, el procedimiento ordinario sería consultar con el órgano encargado de la evaluación de riesgos, el JECFA, antes de tomar una decisión. Los proyectos antes mencionados deberán enviarse también al CCFAC para su ratificación. La cuestión de si el cloro activo se emplea 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⁻) 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. *Environ. 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
- Børgh-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 rindvand 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^{+/}-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.
- Hoign^a 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 krefttrisiko av et biprodukt, *Tidsskr. Nor. L^geforen*, 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. Vaitinen, 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 B6C3F₁ 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., Düzeln 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., Koffsky 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_2/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. Langanne, 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. Contam. 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. Förlth & Högssler, 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 for 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 Zoeklein,B.W. (2000)** Efficiency of Ultraviolet Light for Reducing *Eschericia 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.