

# 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 00153 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

**Tema 9 del programa**

**CX/CF 08/2/9  
Febrero de 2008**

## **PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS**

**Segunda reunión**

**La Haya, Países Bajos, 31 de marzo - 4 de abril de 2008**

### **ANTEPROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) EN LOS ALIMENTOS PRODUCIDOS POR PROCEDIMIENTOS DE AHUMADO Y SECADO DIRECTO**

(N07-2006)

(En el Trámite 3 del procedimiento de elaboración)

Se invita a los Gobiernos y a las organizaciones internacionales que deseen remitir sus observaciones sobre el siguiente tema a que envíen dichas observaciones, a más tardar el 14 de marzo de 2008, preferentemente por correo electrónico, a la atención de la Sra. Tanja Åkesson, Secretaría Holandesa del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos, Telefax: + 31 70 3786141, correo electrónico: [info@codexalimentarius.nl](mailto:info@codexalimentarius.nl), con copia al Secretario, Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia (Telefax: +39.06.5705.4593; correo electrónico: Codex@fao.org).

#### **INFORMACIÓN GENERAL**

1. El Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos decidió en su 38ª reunión (abril de 2006) iniciar un nuevo trabajo para la elaboración de un Anteproyecto de Código de Prácticas para Reducir la Contaminación por Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) en los Alimentos Producidos por Procedimientos de Ahumado y Secado Directo, y convino en establecer un grupo de trabajo por medios electrónicos para que procediera a preparar una versión inicial para su distribución, recabar observaciones en el Trámite 3 y someterla a examen en el Trámite 4 en la primera reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF) (ALINORM 06/29/12 párr. 188). Esta iniciativa se basó en un documento de debate de la delegación de Dinamarca y un documento de proyecto para presentar a la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) para elaborar un código de prácticas para reducir la contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en los alimentos durante la elaboración de los alimentos.
2. La propuesta de nuevo trabajo fue aprobada por el 29º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius (julio de 2006) como N06-2006 (ALINORM 06/29/41, Apéndice VIII)
3. Asimismo las sustancias fueron examinadas por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). El JECFA examinó los HAP en su 64ª reunión en febrero de 2005 y concluyó que el efecto más grave de los HAP es su carcinogenicidad y que algunos son genotóxicos. No pudo adoptar un mecanismo inicial o establecer una ingesta semanal tolerable provisional (ISTP). El JECFA concluyó que las ingestas estimadas de HAP eran de poca preocupación para la salud humana en el caso de la ingesta normal a través de los alimentos, pero manifestó que debía hacerse todo lo posible para reducir la contaminación por HAP durante los procedimientos de secado y ahumado (OMS 2006).

4. El Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos, en su 1ª reunión, debatió el Anteproyecto de Código de Prácticas para Reducir la Contaminación por Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) en los Alimentos Producidos por Procedimientos de Ahumado y Secado Directo y acordó remitirlo al Trámite 2 para redactarlo de nuevo por un grupo de trabajo por medios electrónicos bajo la dirección de Dinamarca, con vistas a distribuirlo para recabar observaciones en el Trámite 3 y someterlo a examen en el Trámite 3 en la 2ª reunión del CCCF (ALINORM 07/30/41 párrafo 102).

### **INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO POR MEDIOS ELECTRÓNICOS**

5. Tal como acordó el Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos en su 1ª reunión, el grupo de trabajo por medios electrónicos dirigido por Dinamarca redactó de nuevo el Anteproyecto de Código de Prácticas para Reducir la Contaminación por Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) en los Alimentos Producidos por Procedimientos de Ahumado y Secado Directo, que se presenta en el ANEXO I a este documento.

6. Australia, Austria, Bélgica, Cuba, la Unión Europea, Francia, Alemania, Ghana, Italia, Japón, los Países Bajos, Nigeria, Filipinas, Polonia, la República de Corea, Sudáfrica, España, Tailandia, el Reino Unido, los Estados Unidos de América y la CPA (Alianza de Países Productores de Cacao) participaron en el grupo de trabajo. Una lista de los participantes se presenta en el ANEXO II a este documento.

7. En la versión redactada de nuevo se han tenido en cuenta las observaciones recibidas antes de la 1ª reunión del CCCF y después. En la nueva redacción se han insertado las observaciones recibidas de Ghana, Letonia, Alemania, Suecia, Francia, la Unión Europea (UE), junto con las observaciones efectuadas durante la 1ª reunión del Comité. El documento con la nueva redacción se remitió a los participantes del grupo de trabajo en noviembre de 2007 para que presentaran observaciones. Se recibieron observaciones de Cuba, la Comunidad Europea, Japón, los Países Bajos, Nigeria y Tailandia.

8. El grupo de trabajo dio prioridad al debate sobre la estructura del código de prácticas, que es una cuestión de principios, y en varias observaciones se expresó la opinión general de que todos los códigos de prácticas del Codex deben tener la misma estructura. El actual código de prácticas, sin embargo, no tiene una estructura uniforme, pero la estructura de esta versión es la que tienen generalmente los códigos de prácticas de los distintos comités del Codex.

9. Este código de prácticas se elabora como un medio para difundir estrategias que faciliten la reducción de HAP en los alimentos comercializados internacionalmente. El código aborda las técnicas de reducción establecidas que, según la bibliografía y un entorno comercial, se ha demostrado que son efectivas.

10. El código se concentra únicamente en los alimentos producidos mediante procedimientos de ahumado o secado directo. Describe algunos puntos críticos de control en buenas prácticas de fabricación y cómo reducir la formación de HAP evaluando la posible contaminación de los alimentos por HAP en relación con la elección de los procedimientos.

## ANEXO I

**ANTEPROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) EN LOS ALIMENTOS PRODUCIDOS POR PROCEDIMIENTOS DE AHUMADO Y SECADO DIRECTO****INTRODUCCIÓN**

1. Muchos contaminantes químicos se forman durante la combustión de combustible, tanto en el procedimiento de ahumado como en el de secado directo. Entre los ejemplos se encuentran hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), dioxinas, formaldehído, nitrógeno y óxidos de azufre (pertinentes para la formación de nitrosaminas, por ejemplo). Asimismo, en los gases de combustión se han encontrado también metales pesados. Los tipos y las cantidades encontrados dependen del combustible utilizado, la temperatura y otros parámetros (Nielsen and Illerup, 2003).

2. Este código de prácticas (CdP) se concentra únicamente en la contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en los alimentos producidos por ahumado y secado directo. Los HAP son contaminantes químicos que pueden encontrarse en los alimentos. El Apéndice I contiene una lista de los HAP incluidos en la evaluación del JECFA.

3. Las fuentes de HAP son la contaminación durante el procesado de alimentos o procedente del medioambiente. Los HAP pueden formarse también durante el procesado de los alimentos, tanto en la preparación comercial como en el hogar, especialmente en:

- el ahumado,
- el secado,
- el cocinado (tostado, asado, frito y asado a la barbacoa).

Asimismo, el HAP puede estar también presente en las materias primas debido a la contaminación medioambiental.

4. La contaminación de los alimentos por HAP a través de la contaminación medioambiental debería controlarse mediante medidas dirigidas a la fuente de la contaminación, como filtrando el humo de las industrias pertinentes (p.ej. obras de cemento, incineración y metalurgia) o bien limitando las emisiones de HAP de los automóviles. Buenas prácticas agrícolas (BPA), incluida una selección apropiada de los terrenos agrícolas, podrían reducir también la contaminación medioambiental de los alimentos por HAP. La recogida de mariscos de aguas contaminadas debería evitarse. Si bien en este CdP no se presta atención a esta contribución a la ingesta de HAP a través de los alimentos.

5. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) llevó a cabo en 2005 (OMS 2006) una exhaustiva evaluación de riesgos de los HAP. El Comité recomendó que el contenido de estos contaminantes en los alimentos debía ser lo más bajo que fuera razonablemente posible. El Anexo II contiene información toxicológica. En la Unión Europea, el benzo[a]pireno se utiliza como un marcador de la presencia de HAP en los alimentos; sin bien la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria está estudiando actualmente la idoneidad del benzo[a]pireno.

6. En su dictamen sobre el HAP, el JECFA recomendó que se debía hacer lo posible para reducir la contaminación por HAP durante los procedimientos de secado y ahumado, sustituyendo por ejemplo el ahumado directo (por humo elaborado en la cámara de ahumado utilizado tradicionalmente en los humeros) por el ahumado indirecto (JECFA, OMS, 2006).

7. El contenido de HAP de los alimentos tratados térmicamente es diferente según los procedimientos utilizados y según la realización de dichos procedimientos. El Apéndice III contiene datos de la presencia de la monografía del JECFA (OMS 2006), el informe SCOOP de la UE (Comisión Europea, 2004) y algunos estudios nacionales.

8. De los datos examinados por el Comité Científico de los Alimentos de la UE (actualmente la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria), los cereales, las hortalizas, las grasas y los aceites son los principales contribuidores de HAP a la dieta, siendo relativamente baja la contribución del pescado y la carne a la parrilla/ahumada/a la barbacoa, salvo en las culturas en que constituyen una parte importante de la dieta (Comisión Europea, 2002). La contribución a la ingesta de HAP del pescado y la carne a la parrilla/ahumado/a la barbacoa puede ser, sin embargo, importante en los lugares en que tales alimentos constituyen una parte habitual de la alimentación. Por ejemplo, en un estudio en los Estados Unidos (*se*

*necesitan referencias de los Estados Unidos*) la carne a la parrilla/a la barbacoa resultó ser el segundo mayor contribuidor, después del grupo del «pan, los cereales y el trigo». Con respecto a la contribución relativa de las grasas y los aceites, un estudio reciente (COT, 2002) reveló que estos alimentos contribuyen mucho menos a la ingesta de HAP en la dieta del Reino Unido que lo que se indicó con anterioridad (Dennis et al., 1983): el 6 % versus el 59 % para el benzo[a]pireno, y el 3 % versus el 34 % para el total de HAP.

## OBJECTIVOS

9. El objetivo del presente código de prácticas es identificar el punto crítico esencial para obtener una reducción de la contaminación por HAP en los alimentos durante los procedimientos comerciales de ahumado y secado directo.

10. La intención de este código de prácticas es proporcionar instrumentos para optimizar los procedimientos de ahumado y secado a fin de reducir o eliminar los HAP en los alimentos finales. El código debe reconocer las ventajas del ahumado y el secado, incluyendo la disponibilidad de productos alimenticios ahumados de forma tradicional, la prevención de la degradación, la contaminación y proliferación microbiológica, y la posibilidad para reducir los riesgos para la salud humana por los HAP que se forman en los alimentos durante el procedimiento.

## ÁMBITO DE APLICACIÓN

11. El ámbito de aplicación de este código de prácticas es la contaminación por HAP durante los procedimientos comerciales de ahumado, tanto directo como indirecto, y secado directo.

12. El código de prácticas no contempla la contaminación por HAP en los alimentos, que se forman en

- a. la utilización de hierbas y especias en el procedimiento de ahumado<sup>1</sup>
- b. otras técnicas de procesamiento de los alimentos, incluido el asado a la barbacoa y el cocinado en el hogar y el sector de restauración
- c. la contaminación medioambiental
- d. el agua potable.

13. Este código de prácticas se concentra únicamente en la contaminación por HAP. Debe destacarse, sin embargo, que las condiciones que dan lugar a una reducción de un contaminante pueden dar lugar al incremento de otros contaminantes o reducir el estándar microbiológico de los productos. La posible interferencia entre los niveles de contaminantes como HAP, aminos heterocíclicos y nitrosaminas, no siempre se entiende, pero estos contaminantes pueden plantear problemas para la inocuidad de los alimentos como tal, o bien debido a la reacción del óxido de nitrógeno por ejemplo con componentes del alimento dando lugar a la formación de nitrosaminas. Debe subrayarse que toda orientación para reducir al mínimo los HAP no debe llevar a un incremento de otros contaminantes.

14. Asimismo, en relación con contaminantes como las micotoxinas, se recomienda no aplicar el secado directo en el suelo de higos, etc. a fin de evitar la formación de micotoxinas. En el presente código de prácticas no se presta atención a estos aspectos.

## DEFINICIONES

15. *Contaminante* se define como «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.» (Codex Alimentarius, Manual de Procedimiento, decimocuarta edición, 2004).

---

<sup>1</sup> En el *procedimiento de ahumado tradicional*, generalmente se utilizan como combustible varias clases de madera, en algunos casos con hierbas y especias, como por ejemplo enebrinas, para dar un aroma característico. Tales hierbas y especias pueden ser una posible fuente para la contaminación por HAP. Pese a que pueden utilizarse muchas clases diferentes de hierbas y especias, normalmente se utilizan solamente en cantidades más pequeñas y los conocimientos sobre la influencia de la utilización de hierbas y especias son limitados. Por tanto en este código de prácticas no se aborda su uso.

16. *Agua potable* es agua que cumple las normas de calidad del agua potable que se describen en las directrices de la OMS para la calidad del agua potable.
17. *Secado* puede efectuarse como *secado directo* o *indirecto*.
18. *Secado, directo* es un procedimiento de secado en el que el gas de combustión se utiliza directamente como el gas de secado en contacto con el alimento, y en el secado indirecto, el gas de secado es calentado a través de un intercambiador de calor, electricidad o por otros medios. El procedimiento de secado directo puede ser secado al sol o utilizando gases de combustión.
19. *Secado, indirecto* es un procedimiento de secado en el que el gas de combustión está en un sistema cerrado y no entra en contacto directo con los alimentos. El secado indirecto no se considera una fuente importante de HAP por ello no se contempla en el código de prácticas y en este código de prácticas no se trata.
20. *Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)* son un grupo de contaminantes que constituyen una extensa clase de compuestos orgánicos que contienen dos o más anillos aromáticos fusionados formados por átomos de carbono e hidrógeno. Durante los procesos industriales u otras actividades humanas, incluido el procesado y la preparación de alimentos, y la carbonización de la madera para elaborar carbón vegetal, se pueden formar y liberar centenares de HAP distintos por combustión incompleta o pirólisis de la materia orgánica (OMS, 2006).
21. La *pirólisis* es la descomposición química de materia orgánica provocada por el calentamiento en ausencia de oxígeno u otros reactivos, excepto posiblemente el vapor de agua ([http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)).
22. El *humo* consta de particulados líquidos y sólidos suspendidos en una fase gaseosa. Se estima que las partículas del humo, cuyo tamaño generalmente oscila entre 0,2 y 0,4 µm (o un tamaño tan pequeño como 0,05 a 1 µm (Guillén et al., 2000)), constituyen el 90% de todo su peso. La composición química del humo es compleja y se han identificado más de 300 componentes (Möhler, K, 1978; Solttes and Elder, 1981; Simko, P, 2005).
23. *Ahumado* del alimento es un procedimiento utilizado como método de conservación para prolongar el período de validez del alimento porque los componentes del humo inhiben la proliferación de algunos microorganismos. Asimismo el procedimiento de ahumado se utiliza para lograr el sabor y el aspecto característicos del alimento ahumado.
24. *Ahumado, directo* es el tipo de procedimiento de ahumado tradicional en que el humo se desarrolla en la misma cámara en que se elabora el alimento. En el ahumado directo se necesitan menos utensilios que en el ahumado indirecto pero puede dar lugar a niveles más altos de HAP en el producto final.
25. *Ahumado, indirecto* es un procedimiento en el que se utilizan generadores de humo y el humo se desarrolla en una cámara aparte a la cámara donde se ahuma el alimento. El humo se puede limpiar de varias formas, por ejemplo utilizando un filtro de agua o un condensador para el alquitrán antes de introducirlo en la cámara de ahumado.
26. *Madera* es un material sólido que se deriva de plantas leñosas, especialmente árboles pero también arbustos. La madera de estos últimos solamente se produce en tamaños pequeños, reduciendo la diversidad de sus usos. En su significado más corriente «madera» es el xilema secundario de una planta leñosa, pero esto es una aproximación solamente; en sentido más general, la madera puede hacer referencia a otras materias y tejidos con propiedades comparables ([http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)). La madera consta de tres componentes principales: celulosa, hemicelulosa y lignina (Andersen and Rissum, 1994) en una proporción de 2:1:1, y representa el 95 % de la materia seca. La *madera* se divide generalmente en dos grupos: madera dura y madera blanda. Por lo general en las maderas duras hay más hemicelulosa que en las maderas blandas y en las coníferas, que forman parte del grupo de las maderas blandas, más lignina.
27. *Madera, dura* es el término que designa la madera de árboles de hoja ancha (generalmente de hoja caduca pero no necesariamente en el caso de los árboles tropicales) o angiospermos. Las maderas duras tienen hojas anchas y nueces o semillas como bellotas. Generalmente crecen en las regiones subtropicales como África y también Europa y otras regiones como Asia (<http://en.wikipedia.org/wiki/Hardwood>).

28. *Madera, blanda* es un término utilizado para designar la madera de las coníferas. Por término medio la madera dura tiene mayor densidad y dureza que la madera blanda, pero en ambos grupos de maderas existen numerosas variedades de dureza, con gran cantidad de coincidencia; algunas maderas duras (p.ej. balsa) son más blandas que la mayoría de las maderas blandas, mientras que el tejo es un ejemplo de madera blanda dura. La característica principal que diferencia las maderas duras de las maderas blandas es la presencia de poros o vasos. Existe más variedad de especies de madera dura que de madera blanda. Existen como unas cien especies más de madera dura que de madera blanda. Los vasos pueden variar considerablemente en cuanto a tamaño, forma o aperturas (simples, escalariformes, reticuladas, foraminadas), y estructura de la pared de la célula (p.ej. engrosamiento helicado) (<http://en.wikipedia.org/wiki/Hardwood>).

## **MEDIDAS PREVENTIVAS Y CONDICIONES GENERALES EN EL BUEN PROCESADO DE LOS ALIMENTOS**

29. Los productores de alimentos deberían realizar un análisis de riesgos de los puntos críticos de control (HACCP) en los procedimientos utilizados o destinados a ser utilizados en la producción de alimentos.

30. El análisis de riesgos de los puntos críticos de control debería incluir la evaluación de la posible formación de contaminantes del procedimiento durante el proceso y tratar los aspectos siguientes:

- ⇒ Fuentes posibles de contaminantes como los HAP durante el procedimiento
- ⇒ Efectos posibles sobre la salud de los consumidores
- ⇒ Posibilidad de control
- ⇒ Viabilidad y efectividad de los controles (coste, disponibilidad comercial, peligros ocupacionales)

En el código de prácticas para los procedimientos de ahumado y secado, los puntos críticos se destacan en el organigrama en el apéndice IV.

31. También está justificado considerar otros factores, como

- ⇒ las propiedades organolépticas necesarias del producto alimenticio final
- ⇒ los efectos de los procedimientos sobre las propiedades organolépticas y la calidad del producto (el método ideal no debería tener efectos adversos sobre el aspecto, el olor, el sabor o las propiedades alimenticias del producto)
- ⇒ la percepción y elección de los consumidores
- ⇒ el impacto medioambiental del procedimiento de ahumado

32. Debería considerarse qué procedimiento debe utilizarse y si se dispone de un procedimiento menos contaminante.

33. El efecto de todas las opciones de procedimiento sobre el estado microbiológico del producto alimenticio es un punto crítico de control, que debería considerarse también.

## **EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN PERTINENTE**

34. Los alimentos procesados cumplirán la legislación y las normas nacionales o internacionales pertinentes, y los requisitos generales para la protección de los consumidores.

## **PROCEDIMIENTOS DE AHUMADO Y SECADO, OBSERVACIONES GENERALES**

35. Los procedimientos tradicionales, como el ahumado y el secado directo, ofrecen una amplia variedad de texturas y aromas en el alimento, y por tanto mayor posibilidad de elección a los consumidores. Muchas clases de alimentos ahumados y secados son productos alimenticios tradicionales muy apreciados en los lugares en que estos tipos de procedimiento se han utilizado para prolongar el tiempo de conservación y la calidad, y proporcionar el aroma y la consistencia requeridos por los consumidores. La prolongación del período de validez puede influir también sobre el valor nutritivo de los alimentos, como por ejemplo el contenido de vitaminas.

36. Los procedimientos de ahumado y secado se utilizan tanto en la industria como en el hogar. Los consumidores pueden ahumar los alimentos y normalmente utilizan procedimientos directos, mientras que el secado puede ser tanto directo como indirecto, p. ej. al sol o en el microondas. Este código de prácticas y las directrices se dirigen principalmente a la industria, pero pueden utilizarse también como base de información para los consumidores.

37. La formación de HAP durante el ahumado y el secado depende de una serie de variables, como
- el combustible (maderas, diesel, gases, desechos líquidos/sólidos y otros combustibles)
  - el método de cocinado (ahumado o secado - directo o indirecto)
  - el procedimiento de generación de humo (fricción, fuego sin llama, autocombustión), placas termostáticas o vaporización del humo líquido y ahumado directo.
  - la distancia entre el alimento y la fuente de calor
  - la posición del alimento con respecto a la fuente de calor
  - el contenido de grasa del alimento y lo que le sucede durante el procedimiento
  - la duración del procedimiento
  - la temperatura durante el procedimiento
  - la limpieza y el mantenimiento de los utensilios.

38. Por lo general, los cambios en las técnicas de procesado pueden reducir en algunos casos la cantidad de HAP formado durante el procedimiento y que se encuentra en el alimento procesado. La alteración del procedimiento podría efectuarse de distintas formas después de examinar los puntos críticos, p.ej. utilizando procedimientos de secado o ahumado indirecto en vez de secado o ahumado directo; mediante la selección del combustible para el secado o los tipos de madera utilizados en el procedimiento de ahumado; y regulando la duración y la temperatura del procedimiento. En tales casos, es importante tener en cuenta los posibles cambios organolépticos en el alimento final.

## **RECOMENDACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN PARA EL PROCEDIMIENTO DE AHUMADO**

39. En muchos países, el ahumado de alimentos como la carne y el pescado, y algunos tipos de queso, se ha realizado durante muchos siglos. Inicialmente el objetivo era conservar los alimentos, en parte reduciendo el contenido de humedad y en parte mediante la transferencia de componentes antimicrobianos y antioxidantes del humo, como los compuestos fenólicos, a los alimentos.

### **Combustible utilizado en el procedimiento**

40. Para el ahumado de los alimentos, los combustibles utilizados normalmente son las maderas, pero pueden utilizarse también otros tipos de combustible como el bagazo (de la caña de azúcar), las mazorcas de maíz y cáscaras de coco (información de Tailandia). El combustible utilizado es esencial para los posibles contaminantes de los alimentos, p.ej. la contaminación por HAP de los alimentos es diferente si se utiliza madera o paja (Nielsen and Illerup, 2003).

41. Los HAP se forman en el humo de la madera por dos rutas diferentes: por HACA (siglas en inglés) (abstracción de hidrógeno/adición de acetileno), es decir añadiendo consecutivamente un motivo acetilénico, o bien por termodegradación de la lignina. Durante la pirólisis, la termodegradación descompone los heterociclos furano y pirano en lignina, produciendo una gran diversidad de compuestos volátiles, mientras que los núcleos aromáticos más estables pierden únicamente algunos grupos laterales. Esto explica porqué debería evitarse utilizar madera de coníferas, que tienen un contenido más elevado de lignina y mayor posibilidad de contaminación por HAP.

42. Existen indicios de que el uso de madera dura para el ahumado produce niveles más bajos de HAP que el uso de las maderas blandas. Si bien la bibliografía a este respecto es contradictoria. Las maderas duras pueden utilizarse en forma de virutas, aserrín o troncos<sup>2</sup>. El benzo[a]pireno alcanza la concentración más alta al aplicar madera de abeto, avellano, ciruelo y álamo, mientras que la concentración más baja se produce mediante madera de manzano, aliso y arce (Jākabsone and Bartkevics, 2006).

---

<sup>2</sup> Los troncos se utilizan para producir humo por fricción.

43. Maga et al. (1986) revelaron que el uso de tipos de madera blanda, como la madera de mezquita, incrementa los niveles de benzo[a]pireno en comparación con el uso de madera dura y carbón vegetal. Maga propuso en 1988 utilizar maderas duras en vez de maderas blandas para reducir el contenido de HAP. Sin embargo, las investigaciones llevadas a cabo son limitadas y no coinciden totalmente (Guillén et al, 2000). El uso de madera de coníferas debería evitarse puesto que producen productos muy ácidos y aumentan las preocupaciones sobre la inocuidad, especialmente aumentan el riesgo de incendios debido al aumento del bistré en la chimenea (una sustancia altamente inflamable derivada del hollín).

44. La conclusión es que, en general, la clase de madera tiene una influencia. No obstante, no se han podido encontrar referencias para aconsejar el uso de un tipo de madera específico y una recomendación es que los tipos de madera utilizados en los procedimientos de ahumado deben estudiarse en relación con la formación de HAP antes de utilizarlos.

45. La madera tratada con sustancias químicas para preservarla, impermeabilizarla, hacerla incombustible, etc. no debería utilizarse. Tales tratamientos pueden contaminar los alimentos e introducir otros contaminantes, como dioxina de las maderas tratadas con pentaclorofenol (PCP) (Hansen and Hansen, 2003). La madera utilizada para la producción de productos primarios (humos líquidos) no debe haber sido tratada, intencionadamente o no, con sustancias químicas durante el último semestre anterior a la tala o con posterioridad, a no ser que se pueda demostrar que el compuesto utilizado para dicho tratamiento no puede producir sustancias tóxicas durante la combustión.

46. Para algunos alimentos, el efecto de la elección del combustible sobre el sabor puede ser el factor determinante a la hora de su elección. En cualquier caso, por lo general no deben utilizarse combustibles como diesel, caucho, como neumáticos o aceite de desecho incluso como componentes parciales, puesto que estos combustibles pueden producir un incremento de los niveles de HAP. El uso de combustibles diferentes a la madera para el ahumado de los alimentos debe desaconsejarse.

47. *El combustible y los puntos críticos de control.*

- a. El tipo y la composición de la madera utilizada para ahumar los alimentos, incluida su edad y contenido de agua. Utilice madera dura en vez de madera blanda para generar humo.
- b. Cuando se utilicen otros tipos de combustible, como el bagazo (de la caña de azúcar), las mazorcas de maíz y cáscara de coco, el uso deberá someterse a una evaluación de riesgos.
- c. No deben utilizarse maderas tratadas con sustancias químicas.
- d. El uso de otros tipos de combustible: debe evitarse el uso de combustibles como diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos de caucho, restos de aceitunas y aceite de desecho, y otros tipos de combustibles que puedan contener ya niveles importantes de HAP.
- e. El tamaño de las partículas (aserrín, virutas de madera, etc.)
- f. La influencia en el sabor del alimento final.

### **Aplicación del humo**

48. Los grupos principales de sustancias químicas en el humo son compuestos fenólicos y carbonílicos, ácidos, HAP y óxidos de azufre, y sus productos de reacción. Algunos ejemplos de componentes que se ha comprobado que contribuyen a dar el aroma de humo son: los compuestos fenólicos, los compuestos fenólicos carbonilatados, derivados, incluidas la ciclopentenona, los compuestos fenólicos cresoles/alquilatados (del tipo guajacol) (Selttes, E.J., Elder, T. J. 1981), los fenolaldehídos, la pentenona y los alcilfenoles del tipo guajacol (Selttes, E.J and Elder, T.J., 1981).

49. El humo y los puntos críticos de control.

- a. La composición del humo depende, por ejemplo, del tipo de madera, la cantidad de oxígeno presente y el espacio de tiempo en que se quema.
- b. El diseño de la cámara de ahumado y de los utensilios utilizados para la mezcla de humo/aire
- c. El filtrado o enfriamiento del humo siempre que sea posible

### **Procesado de los alimentos**



50. La posición del alimento en la cámara de ahumado y la distancia entre el alimento y la fuente de calor es un punto crítico en el procedimiento de ahumado. Dado que la fijación de los HAP es particulada, una distancia mayor puede dar un contenido más bajo de HAP en el alimento ahumado.

51. La grasa del alimento que gotea en la fuente del humo, por ejemplo la madera ardiendo, puede aumentar el contenido de HAP en el humo y también en el alimento.

52. La calidad microbiológica del producto alimenticio final debe evaluarse para garantizar que no pueden desarrollarse sustancias patógenas durante el procesado y en el alimento final.

Las propiedades organolépticas de los productos finales son una parte esencial de sus características. El cambio de los métodos puede no dar lugar necesariamente a los productos que se requiere.

53. *Los alimentos ahumados y los puntos críticos de control son*

- a. La distancia entre el alimento y la fuente de calor
- b. El contenido de grasa del alimento que desea ahumar
- c. Las partículas de humo que se depositan sobre la superficie del alimento y la idoneidad de la superficie para el consumo humano. Para el pescado la recomendación sería que se dé prioridad a ahumar el pescado con piel.
- d. La calidad microbiológica después del procesado
- e. Las propiedades organolépticas del alimento final.

### Procesado

54. El humo se produce mediante la pirólisis del combustible a temperaturas que oscilan entre 300° y 450° C (y hasta 600° C) en la zona de calor. La pirólisis es la destrucción de la madera por un procedimiento de calor. La energía de activación proporcionada por la electricidad permite que la madera se evapore convirtiéndose en gas combustible, el cual se mezcla con el agente de combustión (aire). Para evitar las llamas, se debe regular y controlar el flujo de aire para evitar que supere la temperatura de inflamación de la madera. En este sentido, es una combustión incompleta lo que da lugar a la producción de HAP.

55. Las diferencias en los procedimientos de ahumado pueden producir niveles de HAP muy variables en el producto alimenticio final (Comisión Europea, 2002). La elección de tecnología para el procesado es muy importante para la concentración final de HAP<sup>3</sup>. Las distintas variables en los procedimientos utilizados deberían evaluarse en relación con un análisis de riesgos de los parámetros esenciales que pueden dar lugar a la formación de HAP en un procedimiento específico.

56. Los procedimientos de ahumado tradicional suelen dividirse en tres grupos, según las temperaturas utilizadas en la cámara de ahumado durante el procedimiento:

- a. Ahumado *en frío* con una temperatura entre 18° y 25° C. Utilizado por ejemplo para algunas clases de pescado y salchichas tipo salami.
- b. *Semicaliente* con temperaturas en torno a los 40° C. Utilizado por ejemplo para algunas clases de pescado, el bacon y el lomo de cerdo.
- c. Ahumado *en caliente* es el ahumado combinado con el calor resultante a una temperatura de 70° a 90° C. Utilizado por ejemplo para algunas clases de pescado y para salchichas tipo «frankfurt».

---

<sup>3</sup> Los *aromatizantes de humo* podrían ser una alternativa al procedimiento de ahumado. Hay varios tipos de aromas de humo, incluidos algunos extractos de humo y mezclas de sustancias químicas. En principio, ambos tipos de aromatizantes, especialmente los extractos de humo, pueden contener HAP. Pero los niveles están estrictamente regulados por la legislación de la UE. El uso de aromatizantes de humo obtenidos a partir de condensados primarios de humo se considera por lo general menos preocupante para la salud que el procedimiento de ahumado tradicional. En la producción de aromatizantes de humo, los HAP se pueden suprimir y pueden fijarse y cumplirse límites máximos, para el benz[a]pireno, por ejemplo. No obstante, cabe observar que los aromatizantes de humo pueden ser una fuente adicional de 3-MCPD (3-monocloropropanol).

El uso de aromatizantes de humo no tiene necesariamente el efecto conservante/antimicrobiano del ahumado real. La seguridad microbiana del alimento debe tomarse en consideración en cualquier cambio del ahumado real a la utilización de aromatizantes de humo. No se dispone de estudios exhaustivos sobre este tema y hay muy pocos datos disponibles sobre la comparación de los efectos del humo líquido y los procedimientos de ahumado tradicional. Se dispone de algunos resultados del efecto antimicrobiano del humo líquido sobre la presencia de *Listeria* en el salmón ahumado. Los resultados publicados se han obtenido principalmente a través de modelo (Sunen et al., 2001 and 2003, Neunlist et al, 2004). Los efectos antimicrobianos varían según los tipos de humo líquido y microorganismos.

57. Sustituyendo el ahumado directo por ahumado indirecto se puede reducir considerablemente la contaminación de los alimentos ahumados. En los modernos hornos industriales, se puede hacer funcionar automáticamente bajo condiciones controladas un generador de humo externo para limpiar el humo y regular su flujo cuando se pone en contacto con el alimento. Sin embargo, para operaciones más tradicionales o pequeñas, esta puede no ser una opción. Los mejores resultados se obtienen instalando deflectores detrás del generador de humo equipado con un mecanismo para decantar el alquitrán.

58. El tipo de generador utilizado debería basarse en una evaluación de la posible reducción del contenido de HAP en el alimento final y si es posible incluir lavado del humo después del generador y antes de la cámara de humo. Buenos resultados se obtienen instalando deflectores detrás del generador de humo equipado con un mecanismo para decantar el alquitrán. Una manera más eficiente es controlar la temperatura de pirólisis y decantar los tanques pesados de las fases a un mecanismo de enfriamiento con deflectores.

59. Dado que la fijación de los HAP es particulada, se puede utilizar un filtro para eliminar el material particulado del humo. Esto reducirá la posible contaminación por HAP. La radiación ultravioleta puede utilizarse para reducir el contenido de benzo[a]pireno en los productos ahumados (Jäkabsone and Bartkevics, 2006).

60. La cantidad de oxígeno debe ser la adecuada para garantizar la combustión parcial/incompleta del combustible. Demasiado oxígeno puede elevar la temperatura en la zona de calor y aumentar la producción de HAP. Una falta de oxígeno puede producir la formación de más HAP en el humo, así como monóxido de carbono, que puede ser peligroso para los operarios.

61. La temperatura es importante para la combustión parcial/incompleta del combustible. La composición del humo depende de la temperatura, la cual debe regularse para reducir al mínimo la formación de HAP. Si bien se necesitan más datos para documentar qué temperaturas serían recomendables.

62. En principio, la duración del ahumado debería ser lo más breve posible para que la exposición de la superficie del alimento al humo que contiene HAP sea mínima. En el caso del ahumado en caliente, cuando el producto se cocina al mismo tiempo, es esencial cocinarlo suficiente para que el producto esté totalmente hecho. Si el humo caliente es la única fuente de calor (los humeros tradicionales), la cámara de ahumado debería calentarse antes de colocar los alimentos en ella. En los datos obtenidos por Chen y Lin en 1997 se muestra la dependencia del espacio de tiempo en los procedimientos de ahumado y asado a la parrilla con carbón vegetal. La duración del ahumado no es un parámetro importante siempre que la fuente de humo se controle bien. Además, un ahumado corto puede afectar a la inocuidad y período de validez del alimento.

63. Hay dos clases de limpieza para utilizar durante el procedimiento o bien como tratamiento posterior al procedimiento:

- a. Limpiar el humo antes de que penetre en la cámara de ahumado. Esto se puede realizar mediante el lavado (frotar), utilizar un condensador del alquitrán, enfriamiento o filtrado. Todas las medidas para eliminar del humo los HAP de fijación particulada.
- b. Limpiar el propio producto ahumado. En este caso enjuagando el producto o sumergiéndolo en agua se puede eliminar el hollín y las partículas que contienen HAP de la superficie del alimento.

64. El procedimiento de ahumado y los puntos críticos de control

- a. Si el procedimiento de ahumado es un procedimiento directo o indirecto.
- b. Evaluación previa de los generadores de humo teniendo en cuenta el contenido de HAP resultante en el humo.
- c. Regular el flujo de aire para evitar una temperatura demasiado elevada en la zona de calor durante la generación de humo.
- d. Seleccionar la cámara de ahumado y el mecanismo para el tratamiento de la mezcla de aire/humo apropiados.
- e. El acceso de oxígeno durante el procedimiento de ahumado.
- f. La duración del ahumado: reducir el tiempo que el alimento está en contacto con el humo, teniendo también en cuenta las consecuencias para la seguridad microbiológica.
- g. Reducir el tiempo en que los vapores permanecen en el reactor.

- h. Temperatura (la temperatura en la zona de calor (en la fase de generación de humo) y la temperatura del humo en la cámara de ahumado).
- i. Filtrar el humo o utilizar un condensador del alquitrán.
- j. El método y el programa de limpieza aplicados a la unidad de procesado.

La información general y los datos científicos que ilustran la influencia exacta del uso de distintos tipos de combustible, la duración, la temperatura, etc. son limitados y es necesario realizar pruebas específicas en el análisis de riesgos de los puntos críticos de control de los procedimientos individuales.

### **Tratamiento posterior al ahumado**

- 65. Cuando sea posible el humo debe lavarse o enfriarse con agua para reducir el contenido de HAP en el alimento final. El enfriamiento por agua se utiliza ya en la industria de la carne y esta clase de lavado del producto después del procedimiento puede eliminar las partículas que contienen HAP de la superficie del producto (Fabech, B and Larsen, J.C., 1986).
- 66. El lavado del producto no debe utilizarse para los productos pesqueros porque puede reducir la calidad organoléptica e incrementar el riesgo microbiológico. Los productos pesqueros se ahuman generalmente enteros con la piel y si la piel no se consume, se elimina parte de la contaminación por HAP al quitarla. La recomendación podría ser dar prioridad a ahumar el pescado con la piel.
- 67. Procedimientos posteriores al ahumado y puntos críticos de control.
  - a. Limpieza del propio producto ahumado. En este caso el hollín y las partículas que contienen HAP en la superficie del alimento pueden eliminarse enjuagando el producto o sumergiéndolo en agua.
  - b. El lavado/enfriado por agua puede reducir la calidad organoléptica y aumentar el riesgo para la seguridad microbiológica.

### **CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS AHUMADOS, resumen de los puntos críticos de control**

El contenido de HAP de los alimentos ahumados se puede reducir al mínimo realizando un análisis de riesgos de los puntos críticos de control que se indican a continuación:

- 68. El combustible utilizado en el procedimiento
  - a. El tipo y la composición de la madera utilizada para ahumar los alimentos, incluida su edad y contenido de agua. Utilice madera dura en vez de madera blanda para generar el humo.
  - b. No deben utilizarse maderas tratadas con sustancias químicas.
  - c. El uso de otros combustibles: evitar el uso de combustibles como diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos de caucho, restos de aceitunas y aceite de desecho que pueden contener ya niveles importantes de HAP.
  - d. El tamaño de las partículas (aserrín, virutas de madera, etc.).
  - e. La influencia en el sabor del alimento final.
- 69. El humo que se desarrolla y se utiliza en el procedimiento
  - a. La composición del humo depende, por ejemplo, del tipo de madera, la cantidad de oxígeno presente y el espacio de tiempo en que la madera se quema.
  - b. El diseño de la cámara de ahumado y de los utensilios utilizados para la mezcla de humo/aire.
  - c. El filtrado o enfriamiento del humo siempre que sea posible.
- 70. Los alimentos ahumados y los puntos críticos de control
  - a. La distancia entre el alimento y la fuente de calor.
  - b. El contenido de grasa del alimento que se desea ahumar.

- c. Las partículas de humo que se depositan sobre la superficie del alimento y la idoneidad de la superficie para el consumo humano. Para el pescado la recomendación sería que se dé prioridad a ahumar el pescado con piel.
  - d. La calidad microbiológica después del procesado.
  - e. Las propiedades organolépticas del alimento final.
71. El procedimiento de ahumado y los puntos críticos de control
- a. Si el procedimiento de ahumado es un procedimiento directo o indirecto.
  - b. Evaluación previa de los generadores de humo teniendo en cuenta el contenido de HAP resultante en el humo.
  - c. Regular el flujo de aire para evitar una temperatura demasiado elevada en la zona de calor durante la generación de humo.
  - d. Seleccionar la cámara de ahumado y el mecanismo para el tratamiento de la mezcla de aire/humo apropiados.
  - e. El acceso de oxígeno durante el procedimiento de ahumado.
  - f. La duración del ahumado: reducir el tiempo que el alimento está en contacto con el humo, teniendo también en cuenta las consecuencias para la seguridad microbiológica.
  - g. Reducir el tiempo que los vapores permanecen en el reactor.
  - h. Temperatura (la temperatura en la zona de calor (en la fase de generación de humo) y la temperatura del humo en la cámara de ahumado).
  - i. Filtrar el humo o utilizar un condensador del alquitrán.
  - j. El método y el programa de limpieza aplicados a la unidad de procesado.
72. Procedimientos posteriores al ahumado y puntos críticos de control.
- a. Limpieza del propio producto ahumado. En este caso el hollín y las partículas que contienen HAP en la superficie del alimento pueden eliminarse enjuagando el producto o sumergiéndolo en agua.
  - b. El lavado/enfriado por agua puede reducir la calidad organoléptica y aumentar el riesgo para la seguridad microbiológica.

### **RECOMENDACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN PARA EL SECADO DIRECTO**

73. Uno de los métodos más antiguos para conservar los alimentos es el secado, mediante el cual se reduce la actividad de agua suficientemente como para retrasar o evitar la proliferación bacteriana. La práctica de secar los alimentos utilizando el sol y el viento para evitar el deterioro se conoce desde la antigüedad. Normalmente el agua se elimina por evaporación (secado por aire, al sol, ahumado o secado al viento) pero en el caso de secado por congelación, el alimento se congela primero y después se elimina el agua por sublimación.

74. El secado se efectúa eliminando el agua del alimento. Las bacterias y los microorganismos del alimento y del aire necesitan agua para crecer, por ello secar el alimento es preservarlo. El procedimiento de secado crea también una capa dura exterior, ayudando a detener la entrada de microorganismos en el alimento.

75. Con respecto a los procedimientos de secado directo e indirecto, el secado directo precisa menos utensilios que el indirecto pero puede producir niveles más altos de HAP en el producto secado final.

76. El secado directo puede realizarse mediante el secado al sol o utilizando gases de combustión calientes de la quema de gases, aceite, madera, desechos sólidos/líquidos, etc.

Este código de prácticas se divide en secado directo mediante a) el sol, b) otros combustibles.

**Secado al sol.**

77. Si para secar se utiliza el calor del sol, la fuente posible de HAP es el medio ambiente, como una contaminación del suelo/polvo o/y de la combustión de la industria y el tráfico.

78. El secado de los cultivos al sol no debe efectuarse cerca de zonas industriales que son fuentes de gases de combustión, como carreteras con tráfico pesado, incineradoras, centrales eléctricas a carbón, obras de cemento, etc. o en la proximidad inmediata de carreteras con tráfico intenso. Según las expectativas la contaminación por el secado en tales lugares es un problema especial para alimentos que ocupan una superficie grande, como las especias. Las secadoras cubiertas, sin embargo, pueden proteger en cierta medida los cultivos de las fuentes industriales.

El procedimiento de secado al sol y puntos críticos de control

- a. Evitar el secado cerca de zonas industriales que son fuentes de gases de combustión, como incineradoras, centrales eléctricas a carbón, obras de cemento, etc. o en la proximidad inmediata de carreteras con tráfico intenso.
- b. Evitar secar los productos (granos de cacao por ejemplo) directamente sobre el asfalto o betún porque son una fuente de HAP.

**Procedimientos de secado directo, distintos al secado al sol.****Combustible utilizado.**

79. El secado al sol se utiliza en muchos países, y además de este procedimiento se utilizan distintos tipos de combustible, como por ejemplo gas natural, aceites de turba y aceites minerales. Además en los procedimientos de secado puede utilizarse también combustible como madera, caucho y desechos sólidos.

80. Para algunos alimentos, el efecto de la elección del combustible sobre el sabor puede ser un factor decisivo a la hora de elegir un combustible. En cualquier caso no deberían utilizarse combustibles, como diesel, neumáticos de caucho o aceite de desecho, incluso ni como componentes parciales, porque pueden incrementar los niveles de HAP.

81. Los gases de secado en caliente pueden producirse utilizando varios tipos de combustible dando lugar a distintos tipos de contaminantes en el aire.

La energía de calor de un sistema debe:

- Calentar la alimentación de secado a la temperatura de vaporización de los componentes «ligeros»
- Evaporar y/o liberar el líquido/productos adicionales sobre la superficie de los sólidos
- Calentar los sólidos hasta la temperatura final deseada, durante el tiempo deseado, y
- Calentar el vapor a la temperatura final deseada.

82. El tipo de combustible utilizado para el secado directo de los alimentos influye en la formación de HAP (Nielsen and Illerup, 2003).

83. El tipo y la composición del combustible utilizado en el procedimiento de secado influye en la formación de HAP, pero no se dispone de suficiente información como para recomendar combustibles específicos. Se recomienda que se realice una evaluación de riesgos (análisis HACCP) del combustible que se pretende utilizar, el procedimiento en sí y los alimentos a secar. En dicha evaluación deben tenerse en cuenta las ventajas del filtrado de los gases.

84. El combustible utilizado en los procedimientos de secado puede afectar también al aroma del producto final, y este es también un punto pertinente a tener en cuenta.

El combustible utilizado en el procedimiento y algunos puntos críticos

- a. Realizar una evaluación de riesgos (análisis HACCP) del combustible utilizado en contacto con los alimentos a secar.
- b. El tipo y la composición del combustible utilizado para secar los alimentos.
- c. Si se utiliza madera, utilizar madera dura en vez de madera blanda y no utilizar maderas tratadas con sustancias químicas.

- d. El uso de otros combustibles: evitar el uso de combustibles como diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos de caucho, restos de aceitunas y aceite de desecho que pueden contener ya niveles importantes de HAP.
- e. Influencia en el sabor del alimento final.

### **Gases de combustión**

85. El secado con gases de combustión aumentó la contaminación entre 3 a 10 veces; la contaminación mediante el uso de coque como combustible fue mucho menor que utilizando aceite (Bolling, 1964). Se ha comprobado que el contacto directo de semillas de aceite o cereales con productos de combustión durante los procedimientos de secado da lugar a la formación de HAP, y por tanto debería evitarse, y el JECFA recomienda que el contacto del alimento con los gases de combustión se reduzca al mínimo (OMS, 2006).

Los gases de combustión que se desarrollan y se utilizan en el procedimiento y algunos puntos críticos.

- a. Reducir al mínimo el contacto del alimento con los gases de combustión.

### **Los alimentos secados**

86. El secado se utiliza para muchos tipos de alimentos, como la carne, la fruta, como las manzanas, las peras, los plátanos, los mangos, las papayas, los albaricoques y cocos. El secado es también el medio habitual de preservación de cereales, como el trigo, el maíz, la avena, la cebada, el arroz, el mijo y el centeno.

87. La contaminación de los aceites vegetales (incluidos los aceites de residuos de oliva) con HAP se produce generalmente durante los procedimientos tecnológicos como el secado al fuego directo, donde los productos de combustión pueden estar en contacto con las semillas de aceite o el aceite (Speer et al., 1990; Standing Committee on Foodstuffs, 2001). Se ha comprobado que el contacto directo de las semillas de aceite o cereales con los productos de combustión durante los procedimientos de secado da lugar a la formación de HAP y debería evitarse. Para más información, véase también el Apéndice III

Los alimentos secados y puntos críticos de control son

- a. Debe evitarse el contacto directo de las semillas de aceite o cereales con los productos de combustión.

### **El procedimiento de secado directo**

88. Las operaciones y aplicaciones corrientes de secado/calentamiento directo incluyen el secado para eliminar el agua (y/u otros disolventes/sustancias químicas), añadidos, restantes o generados durante el procesado. En el secado directo se introduce directamente aire caliente en los alimentos y los productos de combustión pueden penetrar directamente en el alimento. Un ejemplo de la contaminación por HAP en el secado directo es la contaminación de aceites vegetales (incluidos los aceites residuales de oliva) en que el aceite ha sido contaminado por HAP durante los procesos tecnológicos (Antonopoulos, K et al., 2006; Menichini, S. et al., 1991).

89. El flujo de secado continuo, en que los cereales pasan al área de secado de manera continua, es un método para el secado de trigo ampliamente utilizado. Esta técnica puede utilizarse para el secado de cereales destinados a la alimentación. El calor directo se utiliza principalmente con temperaturas que alcanzan los 120° C para los piensos. Para los alimentos (pan, malta, etc.), se utiliza generalmente el calor indirecto (la generación externa de calor) y temperaturas entre 65° y 80° C. La duración del secado para ambos tipos de secado es de ½ hora a 1 hora, dependiendo del contenido inicial de humedad del trigo. (referencia debe insertarse).

90. La temperatura para secar debe ser óptima sin dar oportunidad a la formación de HAP. Es importante que la temperatura del aire sea homogénea para evitar el sobrecalentamiento.

91. La duración del secado será lo más breve posible para reducir todo lo posible la exposición del alimento a los gases que pueden contaminar.

92. Para las semillas de aceite y el aceite de orujo de oliva es necesario utilizar carbón activo como única forma para reducir el contenido de HAP cuando se utiliza el procedimiento de secado directo. Cuando el nivel de HAP en los alimentos sea inaceptable debe establecerse un sistema de monitoreo para el contenido de HAP y utilizar pasos de perfeccionamiento adicionales (con carbón activo).

93. Los procedimientos de secado pueden ser una posible fuente de HAP en los cereales y semillas oleaginosas, por ello es necesario controlar también los niveles de HAP en los cultivos agrícolas después de la cosecha, haciendo referencia especialmente a la fuente de contaminación, puesto que estos cultivos pueden tener una influencia importante en la ingesta de HAP a través de los alimentos. El JECFA recomienda que se evite el secado de semillas con fuego y se busquen técnicas alternativas de secado (OMS, 2006).

94. Existen numerosos factores, como el coste de los utensilios y la disponibilidad de fuentes de energía, que hacen que frecuentemente alimentos similares se sequen de formas muy distintas.

95. Sustituyendo el secado directo por el secado indirecto se puede reducir considerablemente la contaminación de los alimentos. El JECFA recomendó que el secado directo se sustituya por el secado indirecto (OMS, 2006).

El procedimiento de secado y puntos críticos de control

- a. La temperatura para secar debe ser óptima sin dar oportunidad a la formación de HAP. Es importante que la temperatura del aire sea homogénea para evitar el sobrecalentamiento.
- b. Reducir el tiempo que el alimento está en contacto con los gases de combustión.
- c. Mantener el equipo limpio y bien conservado (especialmente los secadores).

### **CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO EL SECADO DIRECTO, excepto el secado al sol**

Resumen de los puntos críticos de control.

El combustible utilizado en el procedimiento y algunos puntos críticos

- a. Realizar una evaluación de riesgos (análisis HACCP) del combustible utilizado en contacto con los alimentos a secar.
- b. El tipo y la composición del combustible utilizado para secar los alimentos.
- c. Si se utiliza madera, utilizar madera dura en vez de madera blanda y no utilizar madera tratada con sustancias químicas.
- d. El uso de otros combustibles: evitar el uso de combustibles como diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos de caucho, restos de aceitunas y aceite de desecho que pueden contener ya niveles importantes de HAP.
- e. Influencia en el sabor del alimento final.

Los gases de combustión que se desarrollan y se utilizan en el procedimiento y algunos puntos críticos.

- a. Reducir al mínimo el contacto del alimento con los gases de combustión.

Los alimentos secados y puntos críticos de control son

- a. Debe evitarse el contacto directo de las semillas de aceite o cereales con los productos de combustión.

El procedimiento de secado y puntos críticos de control

- a. La temperatura para secar debe ser óptima sin dar oportunidad a la formación de HAP. Es importante que la temperatura del aire sea homogénea para evitar el sobrecalentamiento.
- b. Reducir el tiempo que el alimento está en contacto con los gases de combustión.
- c. Mantener el equipo limpio y bien conservado (especialmente los secadores).

**REFERENCIAS**

- Andersen, P.E, (1978), *Introduktion til Levnedsmiddelteknologi*, bind 1, Polyteknisk Forlag.
- Andersen, P.E. and Rissum, J, (1994): *Introduktion til Vores levnedsmidler*, bind 5, Konservering, Polyteknisk Forlag.
- Antonopoulos, K., Valet, N., Spiratos, D. and Siragakis, G., (2006). Olive oil and pomace olive oil processing. *Grasas y aceites*. 57(1): 56-67.
- R. Baron, M. Cardinal, M. Havet, D. Pierrat, G. Touchard (2006) – Numerical and experimental optimisation of a continuous electrostatic smoking process of salmon – Proceedings of the ESA/IEEE/IEJ/SFE Joint Conference on Electrostatics, University of California, Berkeley, Volume 1.
- Bolling, H. (1964) [Carcinogenic substances in cereals dried by combustion gas.] *Tech. Monit. Pinerolo*, **15**, 137–142 (in Italian). As cited in IPCS, (1998).
- Chen, B.H. and Lin, Y.S., (1997). Formation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons during Processing of Duck Meat. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 45: 1394-1403.
- Chen, B.H. and Chen, Y.C., (2001). Formation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the smoke from heated model lipids and food lipids. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 49: 5238-5243.
- COT, 2002 (from comments submitted by Canada for march 2006. (*Reference is needed from Canada*))
- Council of Europe Health aspects of using smoke flavourings as food ingredients, (1992) (prepared by Fabech, B. & Gry, J., Danish Veterinary and Food Administration).
- Dennis et al., 1983 (from comments submitted by Canada for march (2006). (*Reference is needed from Canada*))
- Dennis, M., J., Massey, R.,C., Cripps, G., Venn, I., Howarth, N., and Lee, G., (1991). Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products. *Food Additives and Contaminants*. 8: 517-530.
- Duedahl-Olesen, L., White, S., and Binderup, M-L., (2006). Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAH) in Danish smoked Fish and Meat products. *Polycyclic Aromatic compounds* 26: 163-184.
- European Commission, (2004). Report on experts participating in Task 3.2.12. Collection of occurrence data on polycyclic aromatic hydrocarbons in food.
- European Commission, (2002). Opinion on the Scientific Committee on Food on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. SCF/ cs.
- Fabech, B. and Larsen, J.C, (1986): Røgning af levnedsmidler, kortlægning af anvendte metoder I Danmark (Smoked foods, - mapping methods used in Denmark).
- Fromberg, A., Højgård, A., and Duedahl-Olesen, L., (2007). Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in vegetable oils combining gel permeation chromatography (GPC) with solid phase extraction (SPE) cleanup. Accepted by *Food Additives and Contaminants*.
- Gomaa E.A., Gray, J.I., Rabie, S., Lopez-bote, C., and Booren, A.M., (1993). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked food products and commercial liquid smoke flavourings. *Food Additives and Contaminants*. 10: 503-521.
- Guillen, M.D., Sopelana, P., and Partearroyo, M.A., (2000). Determination of Polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial liquid smoke flavorings of different compositions by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48: 126-131.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J., Zabala, L. (1995). Study of a commercial liquid smoke flavoring by means of gas chromatography / mass spectrometry and Fourier transform infrared spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 463-468.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J. (1996a). Study of the component of a solid smoke flavoring preparation. *Food Chem.*, 55(3), 251-257.



- Guillén, M.D., Ibargoitia, M.L. (1996b). Relationships between the maximum temperature reached in the smoke generation processes from *vitis vinifera* L. shoot sawdust and composition of the aqueous smoke flavoring preparations obtained. *J. Agric. Food Chem.*, 44, 1302-1307.
- Guillén, M.D., Ibargoitia, M.L. (1996c). Volatile component of aqueous liquid smokes from *Vitis vinifera* L. shoots and *Fagus sylvatica* L. wood. *J. Sci Food Agric.*, 72, 104-110.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J. (1997). Characterization of the components of a salty smoke flavouring preparation. *Food Chem.*, 58(1/2), 97-102.
- Guillén, M.D., Ibargoitia, M.L. (1998). New components with potential antioxidant and organoleptic properties, detected for the first time in liquid smoke flavoring preparations. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1276-1285.
- Guillén, M.D., Ibargoitia, M.L. (1999a). Influence of the moisture content on the composition of the liquid smoke produced in the pyrolysis process of *Fagus sylvatica* L. wood. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 4126-4136.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J. (1999b). Extractable components of the aerial parts of *salvia lavandulifolia* and composition of the liquid smoke flavoring obtained from them. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 3016-3027.
- Guillén, M.D., Ibargoitia, M.L. (1999c). GC/MS analysis of lignin monomers, dimers and trimers in liquid smoke flavourings. *J. Sci. Food Agric.*, 79, 1889-1903.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J. (1999d). Smoke and liquid smoke. Study of an aqueous smoke flavouring from the aromatic plant *Thymus vulgaris* L. *J. Sci. Food Agric.*, 79, 1267-1274.
- Guillén, M.D., Sopelana, P., Partearroyo, M.A. (2000a). Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavorings obtained from different types of wood. Effect of storage in polyethylene flasks on their concentrations. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 5083-5087.
- Guillén, M.D., Sopelana, P., Partearroyo, M.A. (2000b). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial liquid smoke flavorings of different compositions by gas chromatography – mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 126-131.
- Guillén, M.D., Sopelana, P., Partearroyo, M.A. (2000c). Study of several aspects of a general method for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavorings by gas chromatography – mass spectrometry. *Food Addit. Contamin.*, 17(1), 27-44.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J., Ibargoitia, M.L. (2001). Carbohydrate and nitrogenated compounds in liquid smoke flavorings. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 2395-2403.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J. (2002a). Study of the volatile composition of an aqueous oak smoke preparation. *Food Chem.*, 79, 283-292.
- Guillén, M.D., Manzanos, M.J. (2005a). Characteristics of smoke flavourings obtained from mixtures of oak (*Quercus* sp.) wood and aromatic plants (*Thymus vulgaris* L. and *Salvia lavandulifolia* Vahl.). *Flavour Fragr. J.*, 20, 673-685.
- Hansen, E. and Hansen, C.L. (2003): substance flow Analysis for dioxin, 2002, COWI for Danish Environmental Protection Agency, Environmental Project No. 811.
- Hietaniemi, V., Ovaskainen, M.L., and Hallikainen A., (1999). PAH compounds and their intake from foodstuffs on the market. National Food Administration, Research Notes 6.
- Hopia, A., Pyysalo, H., and Wickström, K., (1986). Margarine, butter and vegetable oils as sources of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* 63: 889-893.
- Jākabsone, I., Bartkevics, V. (2006). Changes in the content of polycyclic aromatic hydrocarbons present in oils and meat under impact of technological processes. Study was supported by the Ministry of Agriculture of Latvia, Grant contract no. 270606/S318.
- Jira, W., (2004). A GC/MS method for the determination of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in smoked meat products and liquid smokes. *European food research Technology* 218: 208-212.
- Joffe, R., Bartkevics, V. (2003). Determination of benzo[*a*]pyrene content in fish, fish products and in auxiliary materials used in production. Study was supported by the Ministry of Agriculture of Latvia, Grant contract no. 250603/S145.

- Karl and Leinemann, (1996). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fishery products from different smoking kilns. *Z. Lebensmittel. Unters. Forsch* 202: 458-464.
- Kayali-Sayadi, M.N., Rubio-Barroso, S., Cuesta-Jimenez, M.P., Polo-Diez, L.M., (1999). A new method for the determination of selected PAH in coffee brew samples by HPLC with fluorimetric detection and solid-phase extraction. *J. Liquid Chromatogr. Relat. Technol.*, 22, 615-627.
- Kazerouni, N., Sinha, R., Hsu, C-H., Greenberg, A., and Rothman, N., (2001). Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food and Chemical Toxicology*. 39: 423 – 436.
- Kleeman, M.J; Chauer, J.J. and Cass, G.R, (1999). "Size and composition distribution of particulate matter emitted from wood burning, meat charbroiling and Cigarettes". *Environmental Science and Technology*, 33(22), 3516-3523.
- Knize, M.G., Salmon, C.P., Pais, P., and Felton, J.S., (1999). Food heating and the formation of heterocyclic aromatic amine and polycyclic aromatic hydrocarbon mutagens/carcinogens. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 459, 179-193.
- Larsson, B., Sahlberg, G.P., Eriksson, A.T. and Busk, L.Å., (1983). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Grilled Food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 32: 867-873.
- Larsson, B. (1986). Polycyclic aromatic hydrocarbons in Swedish foods; aspects on analysis, occurrence and intake. Doctorial thesis, Swedish university of Agricultural Sciences, SLU, Uppsala.
- Larsson, B.K., Eriksson, A.T., and Cervenka, M., (1987). Polycyclic aromatic hydrocarbons in crude and deodorized vegetable oils. *Journal of American Oil Chemist's Society*. 64: 365-370.
- Lenges, J., Luks, D., Vo Thi, N.B. (1976). Dosage du 3,4-benzopyrène dans les produits de viande et de poissons fumés. *Revue des Fermentations et des Industries Alimentaires*, 31, 20-22.
- Lijinski, W. and Ross, A.E., (1967). Production of carcinogenic polynuclear hydrocarbons in the cooking of food. *Food Cosmet. Toxicol.*, 5, 343-347.
- Lodovici, M., Dolara, P., Casalini, C., Ciappellano, S., and Testolin, G., (1995). Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in the Italian diet. *Food Additives and Contaminants*. 12: 703-713.
- Maga, J. "Smoke in food processing". CRC Press, Boca Raton, Florida, (1998).
- Menichini, E., Bocca, A., Merli, F., Ianni, D., and Monfredini, F., (1991). Polycyclic aromatic hydrocarbons in olive oils on the Italian market. *Food Additives and Contaminants*. 8: 363-369.
- Moret, S., Dudine, A., and Conte, L.S., (2000). Processing effects on the polyaromatic hydrocarbon content of grapeseed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 77: 1289-1292.
- Moret, S., Piani, B., Bortolomeazzi, R., and Conte, L.S., (1997). HPLC determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in olive oils. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*. 205:116-120.
- Mottier, P., Parisod, V., and Turesky, R.J., (2000). Quantitative Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Barbecued Meat Sausages by Gas chromatography Coupled to Mass spectrometry. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48: 1160-1166.
- Möhler, K, 1978 *Das Rauchern*, (1978), *Fleischforschung und Praxis*, Schiftenreihe, Heft 11, Verlag der Rheinheissischen, Druckwerkstätte Alzey.
- Neunlist, M.R., Ralamahaleo, M., Cappelier, J.M., Besnard, V., Federighi, M., Leroi, F. (2004). Effect of salting and cold-smoking process on the culturability, viability and virulence of *Listeria monocytogenes* strain scott A. *Journal of food protect.*, 68, 85-91.
- Nielsen, M and Illerup, J.B., (2003): Emissionsfaktorer og emissionsopgørelse for decentral kraftvarme, Danmarks Miljøundersøgelser, projekt 3141, delrapport 6.
- Potthast, K. (1980). *Fleishwirtschaft* 60(11): 1941-1949.
- Pupin, A.M. and Toledo, M.C.F., (1996). Benzo[a]pyrene in olive oils on the Brazilian market. *Food Chemistry*. 55: 185-188.

- Saint-Aubert, B., Cooper, J.F., Astre, C., Spiliotis, J. and Joyeux, H., (1992). Evaluation of the induction of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) by cooking on two geometrically different types of barbecue. *Journal of Food Composition Analysis*. 5: 257-263.
- Sánchez, P. and Ruiz, M., (2006). Production of pomace olive oil. *Grasas y aceites*. 57(1): 47-55.
- Sikorski, Z.E. (1989). Smoking of fish and carcinogens. In: *Fish smoking and drying* (Burt, J.R., Eds). Elsevier Applied Science, London, UK, 73-83.
- Simko, P. (2002). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products and smoke flavouring food additives. *Journal of Chromatography B* 770: 3 – 18.
- Simko, Peter, (2005), Factors affecting elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons from smoked meat foods and liquid smoke flavourings. *Mol. Nutri. Res.*, 49, 637-647.
- Sottles, E.J. and Elder, T.J, (1981) *Pyrolysis, Org. Fluor. Biomass*, p. 63-66, CRC, Boca Raton, Fla.
- Speer, K., Steeg, E., Horstmann, P., Kühn, Th., and Montag, A., (1990). Determination and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in native vegetable oils, smoked fish products, mussels and oysters, and bream from the river Elbe. *Journal of High Resolution Chromatography* 13:104-111.
- Standing Committee on Foodstuffs, (2001). Outcome of the expert group meeting on 3 October on ways to prevent contamination of olive residue oil and other oils with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). Summary record of the 85th meeting of the
- Standing Committee on Foodstuffs, 25th October 2001, agenda item 9.  
[http://europa.eu.int/comm/food/fs/rc/scfs/rap09\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/rc/scfs/rap09_en.pdf)
- Stolyhwo, A. and Sikorski, Z.E., (2005): Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish – a critical review. *Food Chemistry* 91: 303-311.
- Sunen, E., Fernandez-Galien, B., Aristimuto, C. (2001). Antibacterial activity of smoke wood condensate against *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica* and *Listeria monocytogenes* at low temperature. *Food microbiology*, 18, 387-393.
- Sunen, E., Aristimuto, C., Fernandez-Galien, B. (2003). Activity of smoke wood condensate against *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged, cold-smoke rainbow trout stored at 4°C. *Food Research International*, 36, 111-116.
- Sunen E. (1998). Minimum inhibitory concentration of smoke wood extracts against spoilage and pathogenic micro-organisms associated with foods. *Letters in Applied Microbiology*, 27, 45-48.
- Van der Wielen, J.C.A., Jansen, J.T.A., Martena, M.J., De Groot, H.N., In't Veld, P.H. (2006). Determination of the level of benzo[a]pyrene in fatty foods and food supplements. *Food Additives and Contaminants* 23: 709-714.
- Varlet, V., Knockaert, C., Prost, C., Serot, T. (2006). Comparison of odor-active volatile compounds of fresh and smoked salmon. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 3391-3401.
- Varlet, V., Serot, T., Knockaert, C., Cornet, J., Cardinal, M., Monteau, F., Le Bizec, B., Prost, C. (2007) Organoleptic characterization and PAH content of salmon (*Salmo salar*) smoked according to four industrial smoking techniques. *J. Sci. Food Agric.*, 87(5), 847-854.
- Visciano, P., Perugini, M., Amorena, M., Janieri, A. (2006). Polycyclic aromatic hydrocarbons in fresh and cold-smoked Atlantic salmon filets. *J. Food Prot.*, 69(5), 1134-1138.
- Visciano, P., Perugini, M., Amorena, M., Janieri, A. (2006).
- Yurchenko, S. and Mölder, U., (2005): The determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish by gas chromatography mass spectrometry with positive-ion chemical ionization. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 857-869.
- WHO, (2006): Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. WHO Food Additives Series 55: Safety evaluation of certain Contaminants in Food. International Programme of Chemical Safety (IPCS), World Health Organization, Geneva, pp. 563-743.

## Apéndice I

## Hidrocarburos aromáticos policíclicos que figuran en el resumen de la evaluación de riesgos del JECFA.

Nombre genérico	Nombre CAS	Nº registro CAS	Abreviatura
Acenafteno	Acenaftileno	83-32-9	AC
Acenaftileno	Acenaftileno, 1,2-dihidro-	208-96-8	ACL
Antantreno	Dibenzo[ <i>def,mno</i> ]criseno	191-26-4	ATR
Antraceno	Antraceno	120-12-7	AN
Benz[ <i>a</i> ]antraceno	Benz[ <i>a</i> ]antraceno	56-55-3	BaA
Benzo[ <i>a</i> ]fluorino	11 H-Benzo[ <i>a</i> ]fluorino	238-84-6	BaFL
Benzo[ <i>b</i> ]fluoreno	11 H-Benzo[ <i>b</i> ]fluoreno	243-17-4	BbFL
Benzo[ <i>b</i> ]fluoranteno	Benz[ <i>e</i> ]acefenantrileno	205-99-2	BbFA
Benzo[ <i>ghi</i> ]fluoranteno	Benzo[ <i>ghi</i> ]fluoranteno	203-12-3	BghiF
Benzo[ <i>j</i> ]fluoranteno	Benzo[ <i>j</i> ]fluoranteno	205-82-3	BjFA
Benzo[ <i>k</i> ]fluoranteno	Benzo[ <i>k</i> ]fluoranteno	207-08-9	BkFA
Benzo[ <i>ghi</i> ]perileno	Benzo[ <i>ghi</i> ]perileno	191-24-2	BghiP
Benzo[ <i>c</i> ]fenantreno	Benzo[ <i>c</i> ]fenantreno	195-19-7	BcPH
Benzo[ <i>a</i> ]pireno	Benzo[ <i>a</i> ]pireno	50-32-8	BaP
Benzo[ <i>e</i> ]pireno	Benzo[ <i>e</i> ]pireno	192-91-2	BeP
Criseno	Criseno	218-01-9	CHR
Coroneno	Coroneno	191-07-1	COR
Ciclopenta[ <i>cd</i> ]pireno	Ciclopenta[ <i>cd</i> ]pireno	27208-37-3	CPP
Dibenz[ <i>a,h</i> ]antraceno	Dibenz[ <i>a,h</i> ]antraceno	53-70-3	DbahA
Dibenzo[ <i>a,e</i> ]pireno	Nafto[1,2,3,4- <i>def</i> ]criseno	192-65-4	DbaeP
Dibenzo[ <i>a,h</i> ]pireno	Dibenzo[ <i>b,def</i> ]criseno	189-64-0	DbahP
Dibenzo[ <i>a,i</i> ]pireno	Benzo[ <i>rst</i> ]pentafeno	189-55-9	DbaiP
Dibenzo[ <i>a,l</i> ]pireno	Dibenzo[ <i>def,p</i> ]criseno	191-30-0	DbalP
Fluoranteno	Fluoranteno	206-44-0	FA
Fluoreno	9H-Fluoreno	86-73-7	FL
Indeno[1,2,3- <i>cd</i> ]pireno	Indeno[1,2,3- <i>cd</i> ]-pireno	193-39-5	IP
5-Metilcriseno	Criseno, 5-metil-	3697-24-3	5-MCH
1-Metilfenantreno	Fenantreno, 1-metil-	932-69-9	1-MPH
Naftaleno	Naftaleno	91-20-3	NA
Perileno	Perileno	198-55-0	PE
Fenantreno	Fenantreno	85-01-8	PHE
Pireno	Pireno	129-00-0	PY
Trifenileno	Trifenileno	217-59-4	TRI

**CONSIDERACIONES TOXICOLÓGICAS, resumen**

El JECFA examinó los HAP en febrero de 2005 (OMS 2006).

- b. El Comité llegó a la conclusión que el efecto más grave de los hidrocarburos aromáticos policíclicos es la carcinogenia. Dado que algunos HAP son también genotóxicos, no se pudo suponer un mecanismo inicial y no pudo establecer una ingesta semanal tolerable provisional (ISTP). La mayoría de los datos epidemiológicos guarda relación con la exposición ocupacional y medioambiental. Las pruebas disponibles sobre la exposición oral a los HAP son indirectas y no contienen datos relativos a la exposición cuantitativa, por eso no son apropiadas para utilizarlas en la evaluación de riesgos de los HAP.
- c. El JECFA utilizó el benzo[a]pireno como un marcador de la carcinogenia de los HAP y evaluó los resultados de estudios recientes en ratas y ratones sobre la carcinogenia del benzo[a]pireno, utilizando un enfoque del margen de exposición para la evaluación de riesgos de los HAP.
- d. La evaluación actual del JECFA se concentró en los 13 HAP que el Comité reconoció como genotóxicos y carcinógenos: benz[a] antraceno, benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno, dibenzo[a,i]pireno, dibenzo[a,h]pireno, dibenzo[a,l]pireno, indeno[1,2,3-cd]pireno y 5- metilcriseno.
- e. El JECFA comparó ingestas medias y elevadas de HAP con el límite inferior de confianza para la dosis de referencia calculada para los HAP, y calculó márgenes de exposición (MdE) de 25 000 y 10 000, respectivamente. Los MdE estaban basados en datos disponibles sobre la ingesta y pueden ser un eficaz instrumento para determinar la prioridad de los riesgos. En base a estos MdE, el JECFA concluyó que las ingestas estimadas de HAP son poco preocupantes para la salud humana.
- f. El JECFA observó que las medidas para reducir la ingesta de HAP podrían consistir en evitar el contacto de los alimentos con las llamas y cocinar con la fuente de calor encima del alimento en vez de debajo del alimento. Debería hacerse todo lo posible para reducir la contaminación por HAP durante los procesos de secado y ahumado, sustituyendo por ejemplo el ahumado directo (con humo producido en la cámara de humo, utilizado tradicionalmente en los humeros) por el ahumado indirecto.
- g. El JECFA recomendó que en el futuro la supervisión debía consistir, sin limitarse a ello, en el análisis de los 13 HAP reconocidos como genotóxicos y carcinógenos, es decir benzo[a]antraceno, benzo[b]-, benzo[j]-, y benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno, dibenzo[a,e]-, dibenz[a,h]-, dibenzo[a,i]- y dibenzo[a,l]pireno, indeno[1,2,3-cd]pireno y 5-metilcriseno. Además, el análisis del benzo[c]fluorino en los alimentos puede servir de ayuda para informar en las evaluaciones futuras.
- h. En la Unión Europea, el Comité Científico de Alimentación (Comisión Europea, 2002) evaluó treinta y tres HAP. Entre estos hay 15, a saber, benzo[a]antraceno, benzo[b]-, benzo[j]- y benzo[k]fluoranteno, benzo[ghi]perileno, benzo[a]pireno, criseno, ciclopenta[cd]pireno, dibenz[a,h]antraceno, dibenzo[a,e]-, dibenzo[a,h]-, dibenzo[a,i]-, dibenzo[a,l]pireno, indeno[1,2,3-cd]pireno y 5-metilcriseno, que presentan claras muestras de mutagenia/genotoxicidad en las células somáticas en ensayos con animales *in vivo*.
- i. En la mayoría de los HAP, el potencial carcinógeno es el efecto esencial para la caracterización del peligro y el riesgo. Por lo general, la evidencia genotóxica muestra una gran coincidencia con la carcinogenia, en consonancia con la relación mecanicista entre la formación de aductos de ADN, mutaciones y la aparición de cáncer tras la exposición a los HAP.
- j. A excepción del benzo[ghi]perileno, los 15 HAP genotóxicos (evaluados por el Comité Científico de la Unión Europea sobre Seguridad Alimentaria) han mostrado también claros efectos carcinógenos en varios tipos de bioensayos experimentales en animales. Pese a que sólo se ha ensayado adecuadamente el benzo[a]pireno mediante administración a través de los alimentos, se puede considerar que estos compuestos son potencialmente genotóxicos y carcinógenos en el ser humano. Constituyen un grupo prioritario para evaluar el riesgo de la aparición de efectos adversos a largo plazo para la salud, tras la ingestión de HAP a través de los alimentos.

- k. En el informe resumido del JECFA (Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, febrero de 2005), el Comité observa que no han recibido ningún dato sobre la presencia en el formato SIMUVIMA/alimentos. Pese a ello, en base a los datos de la unidad especial SCOOP de la Unión Europea y de informes de IPCS, se observó que los principales alimentos que contienen concentraciones más elevadas de HAP son los productos cárnicos y pesqueros, especialmente los asados a la parrilla y a la barbacoa, los aceites y las grasas, los cereales y los alimentos desecados.
- l. A continuación se ofrecen algunos ejemplos del contenido de HAP en los alimentos después de su procesado por secado y ahumado, y de su cocción a altas temperaturas (a la parrilla, asados, fritos):
- En alimentos no cocinados los valores de base medios giran generalmente en torno a 0,01 y 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .
  - En la carne asada a la barbacoa se han encontrado niveles del HAP individual benzo[a]pireno que llegan a 157  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .
  - En alimentos ahumados de manera tradicional, la media de benzo[a]pireno fue de 1,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  con un total de compuestos carcinógenos de 9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . En los hornos modernos los valores fueron de 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y 4,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , respectivamente.
  - En el aceite de maíz se ha señalado un nivel de 10,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de benzo[a]pireno.

Sin embargo, en estudios nacionales se han señalado concentraciones mucho más elevadas, como p.ej. en Finlandia<sup>4</sup> donde en un estudio de 2003 las concentraciones de benzo[a]pireno variaban desde cero hasta 34  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y las del total de compuestos de HAP (19 compuestos) desde 42 hasta 9 000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . El estudio muestra que en los productos cárnicos ahumados, por ejemplo, el total de concentraciones de HAP puede ser muy elevado.

---

<sup>4</sup> Agencia Nacional de Alimentación, Finlandia, 2003.

**CONTENIDO DE HAP EN ALGUNOS ALIMENTOS AHUMADOS Y DESECADOS**

El Apéndice da información sobre el contenido de HAP de algunos alimentos.

- a. El tostado y secado de los granos de café y hojas de té aumenta el contenido de HAP (Stall and Eisenbrand, 1988). Un estudio de Finlandia reveló que el café molido tostado y las hojas de té desecadas contienen elevados niveles de HAP, de 100 a 200 microgramos/kg y 480 a 1400 microgramos/kg, respectivamente. Si bien, no pudo detectarse HAP en las bebidas de té y café (Hietaniemi et al., 1999; límites de detección no disponibles). En otros estudios se ha demostrado que los contenidos de HAP en la bebida de café eran únicamente de pocos ng/L (Kayali-Sayadi et al., 1999).
- b. En la mayoría de productos distintos a los productos cárnicos los niveles de benzo[a]pireno eran bajos (Kazerouni et al., 2000). En el proyecto SCOOP se notificaron niveles medios de benzo[a]pireno de 0,2 µg/kg para el pan y los panecillos (n = 103) y cereales (n = 63) (Comisión Europea, 2004). Para las palomitas de maíz se encontraron concentraciones medias de benzo[a]pireno de 0,5 µg/kg. Se ha comprobado que la ingesta de pan/cereales/trigo del consumidor medio representa aproximadamente el 30% de la ingesta total de benzo[a]pireno (Larsson, 1986, Kazerouni et al., 2001, Comisión Europea, 2002, Duedahl-Olesen et al, 2006) pese a que los productos individuales de este grupo de alimentos tienen bajos niveles de benzo[a]pireno.
- c. Para la fruta desecada el 71% de 158 muestras tenía niveles de benzo[a]pireno inferiores a 2 µg/kg. No obstante, un 10% del número total de muestras tenía concentraciones de benzo[a]pireno superiores a 100 µg/kg (Comisión Europea, 2004). No se incluyó ninguna observación ni explicación del incremento de los niveles.
- d. Van der Wielen y colaboradores (2006) informaron de concentraciones de benzo[a]pireno que llegaban hasta 85 µg/kg en los aceites de oliva (n=170), mientras que en otros aceites vegetales (n=170) para consumo humano solamente se encontraron concentraciones de benzo[a]pireno hasta 9 µg/kg. Anteriormente se notificaron concentraciones de benzo[a]pireno que oscilan desde niveles no detectados hasta 64 µg/kg para los aceites vegetales (Dennis et al., 1991, Moret et al. 2000; Comisión Europea, 2004).
- e. Ejemplos del efecto que las diferencias en el procedimiento de ahumado pueden tener sobre los niveles de HAP son el contenido de doce HAP en productos pesqueros que han sido ahumados en hornos de ahumado modernos, dotados de generación externa de humo y con procedimientos que eliminan los compuestos de alta ebullición como los HAP y las partículas que pueden contener HAP, y se han comparado con los productos ahumados en hornos tradicionales en los que el humo se genera en contacto directo con el producto.
- f. La concentración media de benzo [a] pireno determinada para los hornos tradicionales fue de 1,2 µg/kg y de 0,1 µg/kg para los hornos modernos (Kart y Leinemann, 1996). Se han confirmado niveles de benzo[a]pireno más altos en el pescado ahumado de manera tradicional en comparación con el pescado ahumado externamente, mediante los resultados en anguila (n=7) y salmón (n=3) con concentraciones incluso más bajas de benzo[a]pireno en el salmón ahumado en frío (Karl y Leinemann, 1996).
- g. En 2005, Yurchenko y Mölder confirmaron la tendencia de que la caballa (n=6) y el arenque (n=4) ahumados en frío no tenían niveles detectables de benzo[a]pireno (<0,2 µg/kg) en comparación con las variedades (n=4) ahumadas en caliente que tenían concentraciones de benzo[a]pireno de 0,7 µg/kg. Sin embargo, del análisis de arenque (n=7) y caballa (n=9) producidos por ahumado directo o indirecto no se revelaron concentraciones medias diferentes estadísticamente importantes de benzo[a]pireno (Duedahl-Olesen et al., 2006). No obstante, se encontraron niveles más altos en una caballa (0,7 µg/kg) y un arenque (3,9 µg/kg) ahumados por procedimientos de ahumado directo utilizando madera de aliso común para la formación del humo. En el cuadro 1 se incluyen resultados de estudios recientes sobre los distintos métodos de elaboración del pescado.
- h. Por otra parte, de los datos recopilados por la Unidad de Cooperación Científica de la Unión Europea (Comisión Europea, 2004) se desprendió una concentración media de benzo[a]pireno en el pescado fresco de 0,2 µg/kg (n=454) incluidas 11 muestras tomadas en la supervisión de zonas contaminadas. Para el pescado ahumado se notificaron concentraciones medias de benzo[a]pireno utilizando métodos de ahumado desconocidos (n=127) y para el pescado ahumado por métodos tradicionales (n=213) de 1,4

$\mu\text{g}/\text{kg}$  y  $5,3 \mu\text{g}/\text{kg}$ , respectivamente (Comisión Europea, 2004). En comparación, la adición de aromatizantes líquidos de ahumado al pescado ( $n=12$ ) dio lugar a concentraciones medias de benzo[a]pireno de  $0,03 \mu\text{g}/\text{kg}$ .

- i. En las partes comestibles del pescado expuestas al humo se comprobó un incremento de las concentraciones de benzo[a]pireno. Esto se ilustró mediante filetes de caballa con concentraciones de benzo[a]pireno de  $0,4$  y  $0,9 \mu\text{g}/\text{kg}$  en comparación con las concentraciones  $<0,08 \mu\text{g}/\text{kg}$  en toda la caballa (Duedahl-Olesen et al., 2006). En 1996, Karl y Leinemann notificaron que el ahumado externo de filetes de caballa daba lugar a una concentración de benzo[a]pireno de  $0,15 \mu\text{g}/\text{kg}$  ( $n=11$ ), mientras que en el ahumado tradicional se obtenían niveles de  $0,6 \mu\text{g}/\text{kg}$  ( $n=7$ ).
- j. Los niveles de benzo[a]pireno de los productos cárnicos que se producen hoy en día no parecen plantear problemas. La concentración de benzo[a]pireno es muy inferior a  $5 \text{ ppb}$ . Duedahl-Olesen y colaboradores notificaron niveles de benzo[a]pireno para productos daneses como el bacon, pequeñas salchichas y salami muy inferiores al máximo de  $0,6 \mu\text{g}/\text{kg}$  notificados por la OMS en 1998 para la carne, el pescado y productos cárnicos. Jira (2004) encontró concentraciones de benzo[a]pireno de  $0,12 \mu\text{g}/\text{kg}$  que oscilan entre  $0,05$  y  $0,35 \mu\text{g}/\text{kg}$  para el jamón y las salchichas ahumadas ( $n=18$ ).
- k. Larsson concluyó ya en 1983 que la formación de benzo[a]pireno en la carne se ve afectada en gran medida por el método de cocinado y el tiempo que dura el cocinado. Kazerouni et al. (2001) notificaron concentraciones de benzo[a]pireno para otros productos producidos comercialmente como el bacon y el salami, el jamón y las salchichas ahumadas preparadas como paquete estándar de menos de  $0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ .
- l. En los cuadros siguientes se utilizan tanto los términos secado y ahumado como secado o ahumado directo o indirecto. Para el ahumado o secado directo o tradicional la fuente de formación de humo se coloca en la misma cámara que el producto alimenticio final, mientras que en el ahumado o secado indirecto, un generador forma el humo externamente.



## Cuadro 1. Pescado

Concentraciones de benzo[a]pireno en el pescado ahumado según condiciones de procesado diferentes ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) n.d. no detectado

Alimento	Indirecto	Directo	Otros	Referencia
Pescado fresco			0,2 ( $\pm$ 0,7)	Comisión Europea, 2004
Pescado ahumado	1,4 ( $\pm$ 7,2) (método desconocido)	5,3 ( $\pm$ 21,7) (tradicional)	0,03 ( $\pm$ 0,02) (aromatizantes de humo líquidos)	Comisión Europea, 2004
Pescado ahumado en lata	2,2 (n=119)	13,4 (n=30)		Joffe and Bartkevics, 2003
Caballa	<0,08 (n = 5)	0,18 (n = 4)	una muestra, directo 0,72	Duedahl-Olesen et al., 2006
Arenque	<0,10 (n = 3)	0,15 (n = 4)	una muestra, directo 3,9	Duedahl-Olesen et al., 2006
Filetes de caballa		0,44 – 0,93		Duedahl-Olesen et al., 2006
Filetes de caballa	0,15	0,6		Karl and Leinemann, 1996
Anguila	0,02 (n.d. – 0,1)	1,1 (0,3 – 3,9)		Karl and Leinemann, 1996
Salmón	0,06	1,0	0,04 (ahumado en frío)	Karl and Leinemann, 1996
Arenque/caballa		0,7 (ahumado en caliente)	n.d. (ahumado en frío, LdD = 0,24 ) n.d. (arenque fresco)	Yurchenko and Mölder, 2005
Salmón		0,8 (ahumado en caliente)	0,4 (ahumado en frío)	Yurchenko and Mölder, 2005
Pescado, no especificado	n.d (7 muestras; aserrín) n.d.; bagazo y mazorcas de maíz	5,1; madera dura		Información proporcionada por Tailandia; 18 de enero de 2008

## Cuadro 2. Carne

Concentraciones de benzo[a]pireno ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) en productos cárnicos ahumados o asados a la parrilla en condiciones diferentes.

Alimento				Referencias
Productos cárnicos ahumados	1,7 $\pm$ 6,7 (n= 145, método desconocido)	3,3 $\pm$ 11,7(n = 1023, ahumado tradicional)	0,02 $\pm$ 0,03 (n=198, aromatizantes líquidos)	Comisión Europea, 2004
Frankfurt	0,3 (fuego de carbón vegetal) 0,2 (horno eléctrico) 0,1 (sartén)	54,2 (fuego de madera) 7,7 (ascuas de fuego de madera) 17,6 (fuego de piñas)		Larsson et al., 1983
Hamburguesa	0,01 (asada al horno)	0,01 (frita)	a la parrilla/ barbacoa 0,09 (sonrosada), 0,6 (bien hecha), 1,5 (muy hecha)	Kazerouni et al., 2001
Hamburguesa, a la parrilla/ barbacoa en el restaurante	0,73 (sonrosada)	1,2 (bien hecha)	1,4 (muy hecha)	Kazerouni et al., 2001
Filete	0,01 (asado al horno)	0,01 (frito)	4,2 (sonrosado) 4,8 (bien hecho) (a la parrilla/ barbacoa)	Kazerouni et al., 2001
Carne a la barbacoa	1,5			Lodovici et al., 1995
Cerdo a la barbacoa	0,1			Lodovici et al., 1995
Empanada cocida (70% - 90% sin grasa)	n.d. - 0,1 (madera dura, carbón vegetal)	26 - 42 (madera de mezquita)		Maga, 1986
Productos cárnicos ahumados	0,12 (jamón curado ahumado n=8, salchicha cruda ahumada, n=10)			Jira., 2004
Salchicha de cordero	0,32 $\pm$ 0,02 (a la barbacoa normal)	2,81 $\pm$ 0,04 (a la barbacoa intensamente)		Mottier et al., 2000
Productos de cerdo	0,5 - 2,3 (ahumados con madera)	2,5 (a la parrilla)	0,2 (aromatizantes líquidos)	Gomaa et al., 1993
Pollo con piel y huesos	0,08 (asado al horno)	0,12 (frito)	4,6 (a la parrilla/ barbacoa)	Kazerouni et al., 2001
Pollo, entero	0,01 (estofado)	0,01 (asado)		Kazerouni et al., 2001
Pollo deshuesado	0,12 (asado al horno)	0,10 (frito)	0,4 (a la parrilla/ barbacoa)	Kazerouni et al., 2001
Filete de pechuga de pato	6,9 (ahumado 0,5 h) 6,9 (ahumado 1 h)	9,0 (ahumado 1,5 h) 10,6 (ahumado 2 h)	13,9 (ahumado 3 h)	Chen and Lin, 1997

Filete de pechuga de pato	9,2 asado a la parrilla con carbón vegetal sin piel (0,5 h) 3.7 asado a la parrilla con carbón vegetal con piel (0,5 h)	8,4 asado a la parrilla con carbón vegetal sin piel (1 h) 5.0 asado a la parrilla con carbón vegetal con piel (1 h)	8,5 asado a la parrilla con carbón vegetal sin piel (1,5 h) 5.0 asado a la parrilla con carbón vegetal con piel (1,5 h)	Chen and Lin, 1997
Pollo	n.d. – 0,1 (ahumado con madera, aromatizantes)	0,7 – 0,8 (a la barbacoa)		Gomaa et al., 1993
Pechuga, salchicha y bacon de pavo	0,1 – 0,4 (ahumado con madera)		n.d. (LdD = aromatizantes líquidos)	Gomaa et al., 1993

Cuadro 3. Concentración media, oscilaciones y mediana de benzo[a]pireno en µg/kg para aceites vegetales analizados con país de origen, incluyendo valores de referencia (from Fromberg et al., 2007)

Aceite vegetal	N	Media	Oscilaciones	Mediana	Origen
Aceite de oliva, extra virgen	46	0,15	<0,2-0,4	0,10	IT, ES, GR, FR, NL
Aceite de oliva	6	0,12	<0,2-0,2	0,10	IT, ES
Aceite de colza	8	0,15	<0,2-0,3	0,10	DK, BE, DE, AT
Aceite de girasol	3	0,4	<0,2-0,8	0,3	IT
Aceite de girasol	1	11			NL
Aceite de granillas	4	1,0	0,2-1,8	1,0	IT, ES, BE
Aceite de sésamo	1	0,2			DE
<b>Referencia</b>					
Aceite de oliva virgen	671	0,4	0,015-32	0,2	Com. Europea, 2004
Aceite de oliva virgen	2		<0,02 – 0,7		Hopia et al., 1986
Aceite de oliva virgen	52		<0,015-1,2		Moret et al., 1997
Aceite de oliva virgen	6		<3		Menichini et al., 1991
Aceite de oliva virgen	3	0,1			Lodovici et al., 1995
Aceite de oliva	280	1,7	0,03-89	0,3	Com. Europea, 2004
Aceite de oliva	32		0,5-164		Pupin and Toledo, 1996
Aceite de orujo de oliva	268	18	<0,1-206	9,6	Com. Europea, 2004
Aceite de oliva	7	0,7	0,2-1,2		Speer et al., 1990
Aceite de colza, deod.	2	0,8	0,3-1,3		Larsson et al., 1987
Aceite de colza	18	0,3	<0,03-1,3	0,1	Com. Europea, 2004
Aceite de colza refinado	24	1,8	0,3-69		Dennis et al., 1991
Aceite de girasol	5	0,7	<0,1-0,8		Speer et al., 1990
Aceite de girasol	201	3,1	<0,015-232	0,4	Com. Europea, 2004
Aceite de granillas	92	4,2	0,05-73	0,6	Com. Europea, 2004
Aceite de granillas	20	20	8,6-44		Moret et al., 2000

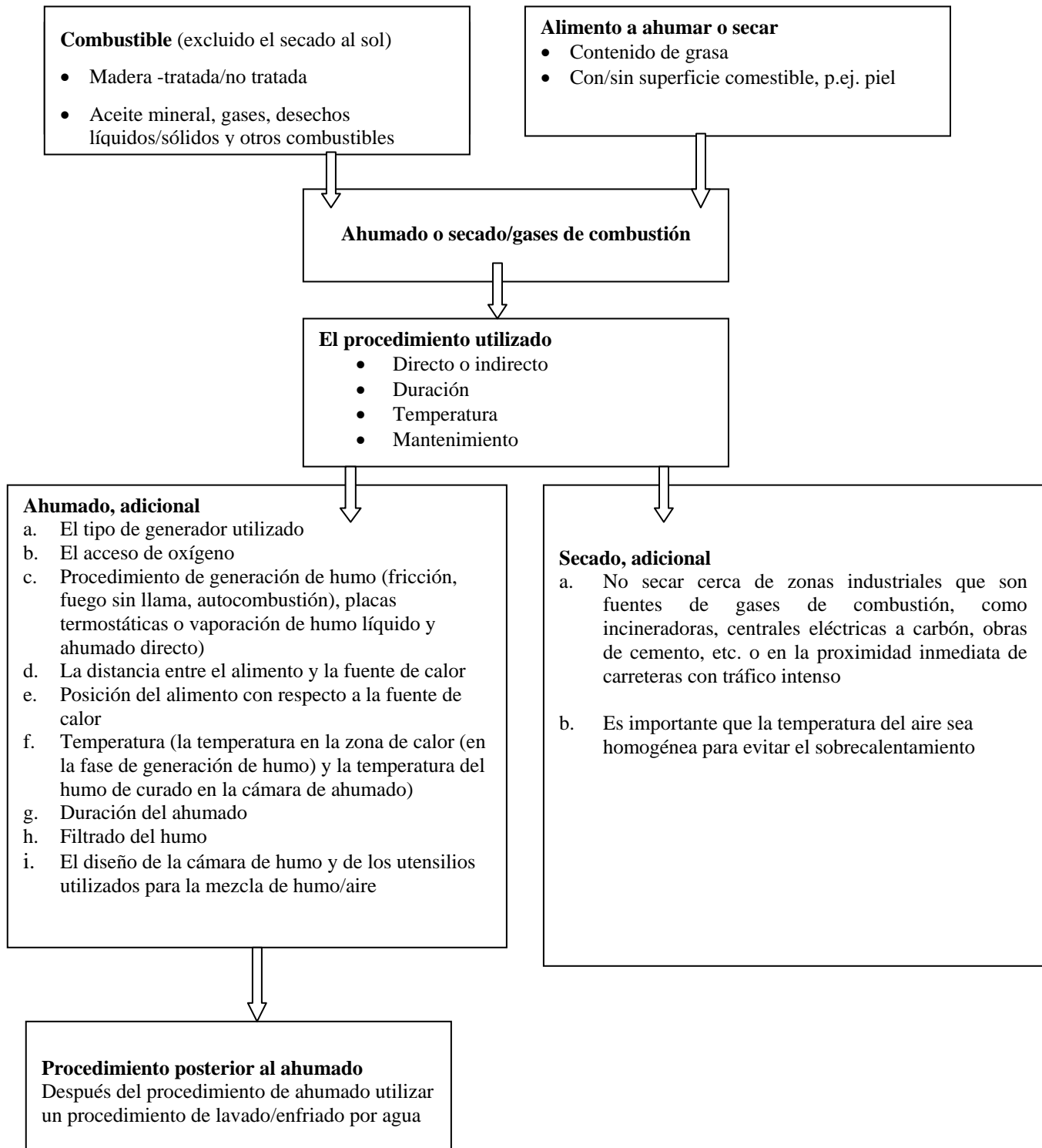
Deod. = aceite desodorizado.

Códigos de origen: AT = Austria, BE = Bélgica, DE = Alemania, DK = Dinamarca, ES = España, FR = Francia, GR = Grecia, IT = Italia, NL = Países Bajos.

Cuadro 4. Otros alimentos. Concentraciones de benzo[a]pireno ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) en otros tipos de alimentos.

<b>Alimento</b>	<b>N</b>	<b>Media BaP</b>	<b>Mediana</b>	<b>Referencia</b>
Panes y panecillos	103	0,16 ( $\pm$ 0,55)	0,05	Comisión Europea, 2004
Cereales	63	0,16 ( $\pm$ 0,31)	0,05	Comisión Europea, 2004
Frutas desecadas	158	48,1 ( $\pm$ 5,30)	0,25	Comisión Europea, 2004

Organigrama con los puntos críticos de control



**LIST OF PARTICIPANTS  
LISTE DES PARTICIPANTS  
LISTA DE PARTICIPANTES**

**CHAIRPERSON/PRESIDENT/PRESIDENTE**

**Ms Bente FABECH**

Scientific Adviser  
Danish Veterinary and Food Administration  
Morkhoj Bygade 19  
2860 Soborg  
DENMARK  
Tel.: +45 3 395 6195  
Fax.: +45 3 395 6001  
E-mail: [bfa@fvst.dk](mailto:bfa@fvst.dk)

**MEMBER COUNTRIES**

**AUTRALIA-AUTRALIE**

**Mr Paul BRENT**

Acting Chief Scientist  
Food Standards Australia New Zealand  
P.O. Box 7186, Barton  
2610 Canberra  
AUSTRALIA  
Tel.: +61 262 712 222  
Fax.: +61 262 712 278  
E-mail: [paul.brent@foodstandards.gov.au](mailto:paul.brent@foodstandards.gov.au)

**AUSTRIA-AUTRICHE**

**Mr Dieter JENEWEIN**

Austrian Federal Ministry of Health,  
Family and Youth  
Radetzkystrasse 2  
1030 Vienna  
AUSTRIA  
Tel.: +43 664 839 8030  
E-mail: [dieter.jenewein@ages.at](mailto:dieter.jenewein@ages.at)

**BELGIUM- BELGIQUE**

**Ms Christine VINKX**

Expert additives and contaminants  
Federal Public Service of Health,  
Food Chain Safety and Environment  
Place Victor Horta 40, Box 10  
1060 Brussels  
BELGIUM  
Tel.: +32 2 524 7359  
Fax.: +32 2 524 7399  
E-mail: [Christine.vinkx@health.fgov.be](mailto:Christine.vinkx@health.fgov.be)

**Ms Emmanuelle MOONS**

Engineer Expert  
Federal Agency for the Safety of Food Chain/ Control  
policy  
WTCIII Bd. S. Bolivar, 30  
1000 Brussels  
BELGIUM  
Tel.: +32 2 208 4737  
Fax.: +32 2 208 4743  
E-mail: [emmanuelle.moons@afsca.be](mailto:emmanuelle.moons@afsca.be)

**CUBA**

**Mr Miguel Oscar GARCIA ROCHÉ**

Researcher  
Institute of Nutrition and Food Hygiene  
Infanta 1158  
10300 Havana  
CUBA  
Tel.: +53 7 878 2880  
Fax.: +53 7 873 8313  
E-mail: [miguelgarcia@infomed.sld.cu](mailto:miguelgarcia@infomed.sld.cu)

**DENMARK – DANEMARK - DINAMARCA**

**Ms Dorthe Licht Cederberg**

Scientific Adviser  
Danish Veterinary and Food Administration  
Morkhoj Bygade 19  
2860 Soborg  
DENMARK  
Tel.: +45 3 395 6000  
Fax.: +45 3 395 6001  
E-mail: [dli@fvst.dk](mailto:dli@fvst.dk)

**FRANCE-FRANCIA**

**Ms Charlotte GRASTILLEUR**

Expert Contaminants in Food  
Ministry of Agriculture and Fisheries  
251, Rue de Vaugirard  
75732 Paris Cedex 15  
FRANCE  
Tel.: +33 149 555 007  
Fax.: +33 149 555 948  
E-mail: [charlotte.grastilleur@agriculture.gouv.fr](mailto:charlotte.grastilleur@agriculture.gouv.fr)

**GERMANY-ALLEMAGNE**

**Mr Walter Quasiroch**

Administrator  
Federal Ministry of Food, Agriculture and  
Consumer Protection  
Rochusstrasse 1  
53123 Bonn  
GERMANY  
Tel.: +49 228 529 4661  
Fax.: +49 228 529 4943  
E-mail: [wilhelm.vonderhude@bmelv.bund.de](mailto:wilhelm.vonderhude@bmelv.bund.de)

**GHANA****Mr Jemmy TAKRAMA**

Senior Research Officer  
Cocoa Research Institute of Ghana  
P.O. Box 8  
Tafo-Akim  
GHANA  
Tel.: +233 243 847 913  
Fax.: +233 277 900029  
E-mail: [jtakrama@yahoo.com](mailto:jtakrama@yahoo.com)

**Mr Kwamina VAN-ESS**

Deputy Chief Executive (Food Division)  
Food & Drugs Board  
P.O.Box, CT 2783  
Cantonments, Accra  
GHANA  
Tel.: +233 219 107 61  
Fax.: +233 216 603 89  
E-mail: [fdb@ghana.com/kwaminav@yahoo.com](mailto:fdb@ghana.com/kwaminav@yahoo.com)

**ITALY-ITALIE****Mr Ettore CONI**

Senior Researcher  
National Center for Food Quality  
and Risk Assessment  
Viale Regina Elena 299  
00161 Rome  
ITALY  
Tel.: +39 064 990 2712  
Fax.: +39 064 990 2712  
E-mail: [ettore.coni@iss.it](mailto:ettore.coni@iss.it)

**Ms Brunella LO TURCO**

Codex Contact Point  
Ministere delle Politiche Agricole e Forestali  
Via XX Settembre 20  
00187 Rome  
ITALY  
Tel.: +39 646 656 042  
Fax.: +39 648 802 73  
E-mail: [b.loturco@politicheagricole.it](mailto:b.loturco@politicheagricole.it)

**JAPAN-JAPON****Kiyoshi OSHIMA**

Food Safety and Consumer Policy Division,  
Food Safety and Consumer Affairs Bureau,  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of  
Japan  
1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8950  
TEL +81-3-3502-5722 FAX +81-3-3597-0329  
E-mail: [kiyoshi\\_ooshima@nm.maff.go.jp](mailto:kiyoshi_ooshima@nm.maff.go.jp)

**NETHERLANDS-PAYS-BAS****Mrs Astrid Bulder**

RIKILT Institute of Food Safety – Wageningen UR  
Cluster Databases, Risk Assessment & Supply Chain  
Management  
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen  
PO Box 230, 6700 AE Wageningen  
Phone +31 (0)317 47 55 75  
Fax +31 (0)317 41 77 17  
E-mail [Astrid.Bulder@wur.nl](mailto:Astrid.Bulder@wur.nl)

**NIGERIA****NIGÉRIA****Ms Talatu Kudi ETHAN**

Assistant Chief Standards Officer  
Standards Organisation of Nigeria  
13/14 Victoria Arobieke Street. Lekki Phase 1  
Lagos  
NIGERIA  
Tel.: +234 803 337 8217  
Fax.: +234 127 082 46  
E-mail: [talatuethan@yahoo.com](mailto:talatuethan@yahoo.com)

**PHILIPPINES****FILIPINAS****Ms Alicia LUSTRE**

Director  
National Food Authority, Food Development Center  
FTI cor. DBP Avenue, FTI Complex  
Taguig City  
PHILIPPINES  
Tel.: +63 2 838 4715  
Fax.: +63 2 838 4692  
E-mail: [lustre@pacific.net.ph](mailto:lustre@pacific.net.ph)

**POLAND – POLOGNE - POLONIA****Ms Elzbieta BRULINSKA-OSTROWSKA**

Deputy Head of the Laboratory  
National Institute of Hygiene (PZH)  
Chocimska Street 24  
00-791 Warsaw  
POLAND  
Tel.: +48 22 542 1314  
Fax.: +48 22 542 1225  
E-mail: [ebrulinska@pzh.gov.pl](mailto:ebrulinska@pzh.gov.pl)

**KOREA, REPUBLIC OF  
CORÉE, RÉPUBLIQUE DE  
COREA, REPÚBLICA DE****Mr Jongok LEE**

Director  
Korea Food and Drug Administration  
194, Tongilro, Eunpyeong-gu  
122704 Seoul  
REPUBLIC OF KOREA  
Tel.: +82 238 016 69  
Fax.: +82 238 013 59  
E-mail: [lee2713@kfda.go.kr](mailto:lee2713@kfda.go.kr)

**SOUTH AFRICA  
AFRIQUE DU SUD  
SUDÁFRICA****Ms Maryke HERBST**

Assistant Director  
Department of Health  
Private Bag X828  
0001 Pretoria  
SOUTH AFRICA  
Tel.: +27 123 120 164  
Fax.: +27 123 123 180  
E-mail: [herbsm@health.gov.za](mailto:herbsm@health.gov.za)

**UNITED KINGDOM  
ROYAUME-UNI  
REINO UNIDO**

**Mr David Mortimer**

Head of Branch, Food Standards Agency  
Chemical Safety Division  
Room 702c, Aviation House, Kingsway, 125  
WC2B 6NH London  
UNITED KINGDOM  
Tel.: +44 207 276 8707  
Fax.: +44 207 276 8717  
E-mail: [wendy.matthews@foodstandards.gsi.gov.uk](mailto:wendy.matthews@foodstandards.gsi.gov.uk)

**UNITED STATES OF AMERICA  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE  
ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**

**Mrs Lauren P. Robin**

Director, Office of Food Safety  
Center for Food Safety and Applied Nutrition  
Food and Drug Administration  
5100 Paint Branch Parkway, College Park  
MD 20740  
UNITED STATES OF AMERICA  
Tel.: +1 301 436 1700  
Fax.: +1 301 436 2651  
E-mail: [nega.beru@fda.hhs.gov](mailto:nega.beru@fda.hhs.gov)

**MEMBER ORGANIZATION**

**EUROPEAN COMMISSION**

**Ms Almut BITTERHOF**

Administrator  
European Commission  
Rue Froissart 101  
1049 Brussels  
BELGIUM  
Tel.: +32 2 298 6758  
Fax.: +32 2 299 1856  
E-mail: [almut.bitterhof@ec.europa.eu](mailto:almut.bitterhof@ec.europa.eu)

**INTERNATIONAL INTERGOVERNMENTAL  
ORGANIZATIONS**

**CPA/Alliance des pays producteurs de cacao**

**Mr Hope Sona EBAI**

Secretary General  
Cocoa Producers' Alliance  
Tafawa Balewa Square, National Assembly Complex  
Lagos  
NIGERIA  
Tel.: +234 1 263 5574  
Fax.: +234 1 263 5684  
E-mail: [secgen@copal-cpa.org](mailto:secgen@copal-cpa.org)