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

CAC/RCP 68-2009

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.
2. Se pueden formar y liberar cientos de HAP a consecuencia de una combustión o pirólisis incompleta de materia orgánica, durante los incendios forestales y las erupciones volcánicas, así como en los procedimientos industriales y otras actividades humanas, comprendida la elaboración y preparación de alimentos. Debido a su modalidad de formación, los HAP son ubicuos en el medio ambiente y, por lo tanto, ingresan en la cadena de alimentos, especialmente a través del aire y el suelo. Los HAP pueden estar presentes en las materias primas por contaminación ambiental del aire y deposición en los cultivos, por los suelos contaminados y mediante transferencia del agua a invertebrados de agua dulce y marinos. La preparación de alimentos comercial y en el hogar, como el ahumado, el secado, el asado, el horneado, el asado a la parrilla y el freído, se reconoce como fuente importante de contaminación de los alimentos. La presencia de HAP en los aceites vegetales también puede originarse en los procesos de ahumado y de secado utilizados para secar las oleaginosas antes de extraer el aceite.
3. 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 filtrar 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), incluidas una selección

apropiada de los terrenos agrícolas, podrían reducir también la contaminación medioambiental de los alimentos por HAP. Si bien en este Código de prácticas no se presta atención a esta reducción de la ingesta de HAP a través de los alimentos finales.

4. 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.
5. La contribución mayor a la ingesta de HAP son los cereales y los productos de cereales (debido a su elevado consumo en la alimentación), así como las grasas vegetales y los aceites (debido a que presentan concentraciones más elevadas de HAP en este grupo de alimentos). Por lo general, a pesar de su concentración comúnmente más elevada de HAP, el pescado y las carnes ahumadas y los alimentos preparados a la parrilla no representan una contribución significativa, en particular porque son una parte reducida de la alimentación. Sin embargo, hacen una contribución mayor que conduce a una ingesta más elevada de HAP allí donde estos alimentos representan una parte considerable de la alimentación.
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.

OBJETIVOS

7. Este Código de prácticas tiene como finalidad ofrecer orientación a las autoridades de los países y a la industria para prevenir y reducir la contaminación de los alimentos por HAP en los procedimientos comerciales de ahumado y secado directo. Con este objetivo, el presente Código de prácticas determina puntos que es importante tener en cuenta y ofrece recomendaciones pertinentes. Los procedimientos de ahumado y secado directo se utilizan en la industria así como en el hogar. Los consumidores ahuman los alimentos a menudo mediante

un procedimiento de ahumado directo, mientras que el secado se puede llevar a cabo directa o indirectamente, por ejemplo al sol o en un horno de microondas. El Código de prácticas y la orientación también podrían utilizarse como base de la información a los consumidores.

8. El Código de prácticas reconoce 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 de reducir los riesgos para la salud humana por los HAP que se forman en los alimentos durante el procedimiento.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

9. 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.
10. El Código de prácticas no contempla la contaminación por HAP en los alimentos, que se forma por:
 - a) la utilización de hierbas y especias en el procedimiento de ahumado¹;
 - b) el secado indirecto;
 - c) otras técnicas de procesado de los alimentos, incluido el asado a la barbacoa y el cocinado en el hogar y el sector de restauración; y
 - d) la contaminación medioambiental de las materias primas.
11. 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, aminas heterocíclicas 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 ni a disminuir la inocuidad microbiológica.

¹ 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 enebro, 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.

DEFINICIONES

12. 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, pelo de roedores y otras materias extrañas.
13. Secado directo se refiere a dos procedimientos: en uno se utiliza directamente el gas de combustión como gas de secado en contacto con los alimentos; el otro es el secado al sol.
14. Secado al sol es un procedimiento de secado directo en el que se utilizan la radiación del sol y el viento para secar a la intemperie.
15. Secado indirecto es un procedimiento de secado en el que el gas de combustión no entra en contacto directo con los alimentos, el aire se calienta con un intercambiador de calor, electricidad o por otros medios.
16. HACCP es un sistema que determina, evalúa y controla los peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.
17. *Materiales de siembra*, otros comprende otros tipos de combustibles distintos de las maderas, que se utilizan para ahumar o secar, como el bagazo, mazorcas de maíz y cáscaras y residuos del coco.
18. *Hydrocarburos 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.
19. *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.
20. 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 , constituyen el 90% de todo su peso. La composición química del humo es compleja y se han identificado más de 300 componentes.

21. Los *condensados de humo* son productos obtenidos mediante la degradación térmica controlada de madera en condiciones de suministro limitado de oxígeno (pirólisis), con condensación posterior de los vapores del humo y fraccionamiento de los productos líquidos obtenidos.
22. *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.
23. *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.
24. *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 ahúma 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.

PRINCIPIOS GENERALES PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS POR HAP

25. El productor de alimentos deberá conocer las condiciones en las que se generan niveles elevados de HAP y, siempre que sea posible, deberá controlar esas condiciones para minimizar su formación. Con este objetivo, deberá realizarse un análisis de los puntos importantes que se deben tener en cuenta en los procedimientos utilizados o destinados a la producción de alimentos con ahumado o secado directo.
26. El primer paso de este análisis es determinar los puntos importantes que es necesario tener en cuenta. Más adelante se exponen posibles puntos importantes que deberían tenerse en cuenta.
27. El productor deberá evaluar los puntos importantes determinados que se deberán tener en cuenta, tales como:
- posibles fuentes de HAP procedentes del medio ambiente y el procedimiento;
 - posibles efectos en la salud del consumidor;
 - posibilidad de control, y
 - posibles medidas para reducir la contaminación por HAP.

28. El productor deberá tomar las medidas convenientes para controlar los puntos importantes que se determinen para reducir los HAP, con base en los resultados del análisis y otros factores legítimos pertinentes para proteger la salud humana y las actividades económicas, tales como:
- la situación microbiológica y los posibles riesgos de contaminantes;
 - las propiedades organolépticas y la calidad del producto final (el método ideal no produciría efectos negativos en el aspecto, el sabor, el gusto o las propiedades nutritivas del producto); y
 - viabilidad y efectividad de los controles (coste, disponibilidad comercial, peligros ocupacionales).
29. El productor deberá dar seguimiento a los efectos de las medidas ejecutadas y modificarlas si hiciera falta.

EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN PERTINENTE

30. Los alimentos procesados cumplirán la legislación y las normas nacionales o internacionales, y los requisitos generales para la protección de los consumidores. Además, los alimentos deberán producirse de conformidad con los códigos de prácticas del Codex o nacionales. Algunos de éstos pueden contener más información sobre secado y ahumado, que también se deberá tener en cuenta.

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS DE AHUMADO Y SECADO DIRECTO

31. La formación de HAP durante el ahumado y el secado directo depende de una serie de variables, a saber:
- el combustible (maderas, diesel, gases, desechos líquidos/sólidos y otros combustibles);
 - el método de ahumado o secado (directo o indirecto);
 - el procedimiento de generación de humo en relación con la temperatura de la pirólisis y la circulación de aire en el caso de los generadores de humo (fricción, fuego sin llama, autocombustión), o en relación con otros métodos, como el ahumado directo o humo reconstituido mediante vaporización de condensados de humo (humo líquido);
 - 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 de ahumado o secado directo;
 - la temperatura durante el procedimiento de ahumado o secado directo;
 - la limpieza y el mantenimiento de los utensilios;

- j) la estructura de la cámara de ahumado y del equipo utilizado para mezclar el aire y el humo (que repercute en la densidad del humo en la cámara de ahumar).
32. Por lo general, los cambios en las técnicas de procesado pueden reducir en algunos casos la cantidad de HAP formado durante el procedimiento. Los procedimientos de secado y ahumado indirecto pueden producir contenidos más bajos de HAP que el secado o ahumado directo. Añadir carbón activado al aceite de coco en la dosis correcta durante el proceso de refinación puede eliminar por completo la contaminación por HAP.
33. La aplicación de un sistema de HACCP de conformidad con los principios y medidas que recomienda el Codex es una de las opciones para reducir los HAP.

AHUMADO

34. Las técnicas de ahumado se utilizan desde hace siglos como método para conservar la carne y el pescado. El ahumado impregna los alimentos que tienen un alto contenido de proteínas con elementos aromáticos que imparten sabor y color a los alimentos, además de desempeñar una función bacteriostática y antioxidante.

Combustibles utilizados para ahumar

35. Para el ahumado de 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. 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. La contaminación de oleaginosas por HAP es mayor cuando se utiliza cáscara de coco en vez de piel de coco, ya que la cáscara tiene un contenido mayor de lignina.
36. Las especies de la madera repercuten en la formación de HAP. Sin embargo, no se ha logrado obtener recomendaciones de aceptación general para el uso de especies de madera u otros materiales vegetales. Por lo tanto, se recomienda que antes de utilizarse se evalúe cada especie de madera y otros materiales vegetales que se utilizan en el procedimiento de ahumado, con el fin de observar la formación de HAP. Asimismo, la madera que se utilizará en el procedimiento de ahumado de preferencia no deberá ser resinosa.
37. El uso de otros combustibles distintos de la madera y otros materiales vegetales para ahumar alimentos deberá desalentarse. Combustibles como el diesel, el hule

(por ejemplo, neumáticos) o los residuos de aceites, no se deberán utilizar siquiera como componentes parciales ya que pueden dar lugar a un incremento significativo de los niveles de HAP. Las maderas tratadas con sustancias químicas, por ejemplo como conservantes, impermeabilizantes, protección contra incendios, etc., no se deberán utilizar para ahumar ni para producir condensados de humo. Estos tratamientos podrían contaminar los alimentos e introducir otros contaminantes, por ejemplo dioxinas de las maderas tratadas con pentaclorofenol (PCF).

Alimentos ahumados

38. 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 de la fuente de humo podría reducir el contenido de HAP en el alimento.
39. En el ahumado directo, la grasa del alimento que gotea en la fuente del humo, por ejemplo la madera ardiendo o en otros materiales vegetales, puede aumentar el contenido de HAP en el humo y también en el alimento. Para evitar que aumente el contenido de HAP por el goteo de grasas en el fuego abierto, se pueden instalar láminas de metal perforadas entre el alimento que se va a ahumar y la fuente de calor.
40. La calidad microbiológica del producto alimenticio final debe evaluarse para garantizar que no puedan desarrollarse sustancias patógenas durante el procesado y en el alimento final.
41. 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.

Procesado

42. En general se reconocen cuatro tipos de procedimientos de ahumado: sin llama, en placas termostáticas, procedimientos de fricción y a través de condensados de humo. Los procedimientos de fricción permiten la producción de humo por pirólisis de aserrín de madera, virutas de madera y leños, respectivamente. Los condensados de humo se pueden utilizar exponiendo el alimento al humo que se reproduce o regenera al vaporizar el condensado de humo (humo líquido) en una cámara de ahumar.
43. 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. Para producir

humo para ahumar alimentos es necesario evitar que se produzcan llamas, inclusive ajustando la circulación del aire.

44. Las diferencias en los procedimientos de ahumado pueden producir niveles de HAP muy variables en el producto alimenticio final. La elección de tecnología para el procesado es muy importante para la concentración final de HAP. La determinación de los parámetros decisivos para la formación de HAP en un procedimiento específico puede ser útil para controlar los niveles de HAP. El ahumado directo requiere menos equipo que el ahumado indirecto, pero puede dar lugar a niveles más elevados de HAP en el producto alimentario final.
45. 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.
46. Los procedimientos de ahumado 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*.
47. 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. 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. También otros métodos como el uso de tubos largos en el equipo pueden reducir los HAP.

48. Dado que los HAP son partículas enlazadas, se puede utilizar un filtro para eliminar del humo material particulado. Esto debería reducir la posible contaminación por HAP.
49. Es necesario equilibrar el oxígeno porque su presencia en exceso o su escasez producen HAP. Es necesaria una cantidad adecuada de oxígeno para garantizar la combustión parcial o incompleta del combustible. Sin embargo, 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.
50. La temperatura es importante para la combustión parcial/incompleta del combustible. En general, la formación de HAP aumenta cuando aumenta la temperatura. La composición del humo depende de la temperatura, que se deberá ajustar para reducir al mínimo la formación de HAP. Sin embargo, se necesitan más datos para documentar las temperaturas recomendables.
51. 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. 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. No es posible tomar medidas de prevención sin otras consideraciones, y es vital que no repercutan negativamente en las propiedades organolépticas y en la aceptación del producto por el consumidor. Además, la estabilidad microbiológica y las propiedades nutritivas deben permanecer intactas, y es necesario tener cuidado de que no se introduzcan inadvertidamente otros contaminantes.
52. Dado que los condensados de humo se producen con humo que se fracciona y purifica, los productos elaborados con condensados de humo por lo general contienen niveles más bajos de HAP que los productos preparados con humo producido expresamente.

Tratamiento posterior al ahumado

53. Existen tres tipos de medidas de limpieza que se pueden utilizar durante el procedimiento o como tratamiento posterior al mismo:

- a) durante el procedimiento se puede lavar el humo antes de que ingrese en la cámara de ahumado. Esto se puede hacer lavando (frotando), con un condensador de alquitrán, enfriando o filtrando todo lo que pueda eliminar los HAP particulados del humo;
- b) el tratamiento posterior al ahumado supone la 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. Este tipo de limpieza no se puede aplicar a todos los productos, por ejemplo no es adecuado para el pescado y productos pesqueros ahumados;
- c) rasurado de la superficie del producto ahumado. En el caso de alimentos ahumados sólidos, como el bonito ahumado (es decir, el *katsuobushi*, un alimento japonés tradicional), este sistema puede reducir la presencia de HAP en el producto final.

54. 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. Lavar el producto después del procedimiento puede eliminar de su superficie las partículas que contienen HAP.

55. 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 y eliminarla antes del consumo.

PUNTOS IMPORTANTES QUE SE DEBERÁN TENER EN CUENTA Y RECOMENDACIONES PARA AHUMAR

56. El contenido de HAP en los alimentos ahumados puede reducirse al mínimo determinando y evaluando los puntos importantes que se deben tener en cuenta, mencionados a continuación, y tomando las medidas adecuadas. Se puede aplicar un sistema de HACCP.

57. Combustible:

- a) el tipo y la composición de la madera utilizada para ahumar alimentos, así como la edad y el contenido de lignina de la madera utilizada. En general, deberán evitarse las maderas de coníferas que presentan el contenido más elevado de lignina;
- b) supervisar el contenido de agua del combustible. Un contenido más bajo de agua puede dar lugar a la combustión acelerada del combustible y a niveles más elevados de HAP;

- c) cuando se utilizan especies determinadas de maderas y otros tipos de materiales vegetales, como bagazo (de la caña de azúcar), mazorcas de maíz y cáscaras de coco, su uso deberá evaluarse a la luz de la contaminación por HAP;
- d) no utilizar maderas tratadas con sustancias químicas;
- e) el uso de combustibles distintos de las maderas y materiales vegetales: no utilizar combustible diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos de hule y aceites de desecho que pueden contener ya niveles considerables de HAP;
- f) influencia en el sabor del alimento final.

58. Humo producido y utilizado en el procedimiento:

- a) la composición del humo depende, por ejemplo, del tipo de madera u otros materiales vegetales, la cantidad de oxígeno presente y la temperatura de la pirólisis, así como la posible duración de la combustión de los materiales vegetales;
- b) el diseño de la cámara de ahumado y del equipo utilizado para mezclar el aire y el humo (p. ej., la longitud del tubo del equipo);
- c) filtración o enfriamiento del humo donde sea posible;
- d) lavado del humo entre un generador de humo y la cámara de humo, donde sea posible;
- e) instalar deflectores después del generador de humo, con un dispositivo para decantar el alquitrán, de ser posible;

59. Alimentos ahumados:

- a) la posición del alimento en la cámara de ahumar y la distancia entre el alimento y la fuente de humo;
- b) propiedades químicas y composición del alimento, por ej., el contenido de grasa del alimento que se va a ahumar;
- c) depósitos de partículas de humo en la superficie e idoneidad de ésta para consumo humano. En el caso del pescado, se recomienda dar prioridad al ahumado del pescado con piel;
- d) la calidad microbiológica después de la elaboración;
- e) las propiedades organolépticas del alimento final.

60. Procedimiento de ahumado:

- a) si se trata de un procedimiento de ahumado directo o indirecto. Sustituir el ahumado directo con ahumado indirecto cuando sea posible;
- b) evaluación previa de los generadores de humo teniendo en cuenta el contenido de HAP que se produce en el humo;
- c) ajustar la circulación del aire para evitar que se produzcan temperaturas excesivas durante la generación del humo;
- d) seleccionar una cámara para ahumar y dispositivos adecuados para mezclar el aire y el humo;
- e) disponibilidad de oxígeno durante el procedimiento de ahumado;

- f) duración del ahumado: reducir el tiempo que el alimento permanece en contacto con el humo; esto deberá tener en cuenta las consecuencias en la inocuidad microbiológica y la calidad;
- g) temperaturas: la temperatura en la zona de calor (en la fase de producción del humo) y la temperatura del humo en la cámara de ahumar;
- h) para evitar que aumente el contenido de HAP por goteo de grasas en la fuente de calor, se pueden instalar entre ésta y el alimento que se va a ahumar placas de metal perforadas;
- i) el método y programa de limpieza aplicado en la unidad de elaboración;
- j) como opción al uso de humo producido expresamente los fabricantes pueden contemplar el ahumado con humo regenerado a partir de condensados de humo. También se pueden producir productos con sabor ahumado mediante la aplicación a los alimentos de condensados de humo, mediante vaporización, remojo, inyección o inmersión.

61. Procedimientos posteriores al ahumado:

La limpieza del producto ahumado mismo. En este caso se pueden eliminar el hollín y las partículas que contienen HAP de la superficie del alimento enjuagándolo o sumergiéndolo en agua. Este tipo de limpieza no es adecuado para todo tipo de productos, por ejemplo, para el pescado y los productos pesqueros. Además, el lavado puede reducir la calidad organoléptica e incrementar los riesgos microbiológicos.

SECADO DIRECTO

62. Uno de los métodos más antiguos de conservación de los alimentos es el secado directo, ya que utiliza menos equipo que el secado indirecto. El secado directo reduce la actividad del agua lo suficiente para retrasar o prevenir la formación de bacterias. Los alimentos se pueden someter a secado directo al sol o el viento, o bien con gases calientes de combustión. El agua por lo general se elimina por evaporación y creando una capa externa más dura, lo que ayuda a frenar el ingreso de microorganismos al alimento.

CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN ENCAMINADAS A REDUCIR EL CONTENIDO DE HAP EN LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS

Esta sección se divide en secado directo mediante a) el sol o el viento, b) otros combustibles.

Secado al sol

63. Si para secar se utiliza el calor del sol o el viento, la fuente posible de HAP es el medio ambiente. La contaminación puede originarse en el suelo, polvo o de la

combustión de la industria y el tráfico, así como en incendios forestales y erupciones volcánicas.

64. Secar alimentos al sol presenta la ventaja de que se utiliza la energía gratuita del sol o el viento. Sin embargo, el secado artificial (deshidratación) puede resultar más conveniente debido a las ventajas de que se tiene más control del entorno y el tiempo de secado, el procedimiento es más rápido y hay menos contaminación de la tierra, el pasto y partículas de insectos, lo que se suma a la demanda del consumidor de productos más limpios y menos contaminados.

65. Una desventaja importante del secado al sol es la exposición de los alimentos al medio ambiente, por ejemplo, a condiciones inconvenientes del clima y agentes contaminantes. Las condiciones del clima, que no puede controlar el productor, repercuten mucho en la velocidad del secado. La contaminación de los alimentos secados con materias extrañas es un motivo serio de preocupación. Los alimentos secados al sol están expuestos a contaminación del polvo que acarrea el viento, semillas, insectos, roedores y excrementos de aves.

66. No se deben secar alimentos al sol cerca de centros industriales donde hay combustión de gases, como las carreteras de tráfico pesado, incineradores, centrales eléctricas que funcionan con carbón, cementeras, etc., ni en la proximidad inmediata de carreteras con tráfico intenso. Se prevé que la contaminación producida por secar en este tipo de lugares será un problema especial para los alimentos que tienen una superficie grande, como las especias. Sin embargo, los alimentos se pueden proteger en cierta medida de las fuentes industriales utilizando secadoras cubiertas.

Procedimientos de secado directo distintos del secado al sol

67. Los procedimientos de secado deberán iniciarse lo antes posible una vez recibidos los cultivos, a fin de evitar un deterioro innecesario.

Combustible utilizado en el secado directo distinto del secado al sol

68. Para el secado directo se utilizan distintos tipos de combustibles, p. ej., gas natural, aceites de tuba y minerales. Para algunos alimentos, el efecto de la elección del combustible sobre el sabor puede ser un factor decisivo a la hora de elegir el 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.

Gases de combustión

69. 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. 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. El JECFA recomienda que el contacto del alimento con los gases de combustión se reduzca al mínimo.

Los alimentos secados

70. El secado se utiliza para muchos tipos de alimentos, como la carne y diversos frutos. El secado es también el medio habitual de conservación de los cereales.

71. La contaminación de los aceites vegetales (incluidos los aceites de orujos) con HAP se produce generalmente en procedimientos tecnológicos como el secado al fuego directo, en los cuales los productos de combustión pueden estar en contacto con los alimentos. Se ha comprobado que el contacto directo de las oleaginosas o los cereales con los productos de combustión durante los procedimientos de secado da lugar a la formación de HAP y debería evitarse.

El procedimiento de secado directo

72. Los equipos deshidratadores son convenientes para patios de secado y productores más grandes. La deshidratación permite mantener un ciclo de producción constante, reduce los costos de mano de obra y representa un seguro contra condiciones desfavorables del clima para secar al sol. Un sistema que combine el secado inicial al sol con deshidratación para terminar el producto puede presentar considerables ventajas sin pérdida de calidad del alimento.

73. Las operaciones y aplicaciones corrientes de secado/calentamiento directo incluyen el secado para eliminar el agua (y/u otros disolventes/sustancias químicas) añadida restante o generada 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. Otro ejemplo puede ser secar las oleaginosas antes de extraerles el aceite.

74. 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 (cereales, malta, etc.), se utiliza generalmente secado indirecto (la generación externa de calor) y temperaturas entre 65 y 80 °C. La duración del secado para ambos tipos de secado es de media a una hora, dependiendo del contenido inicial de humedad del cereal.

75. La deshidratación ofrece una forma de seguro contra condiciones desfavorables del clima que pueden obstaculizar el secado tradicional al sol y a la sombra. Un control preciso de las condiciones de secado (la temperatura, la humedad relativa y la circulación del aire) son esenciales para lograr la deshidratación. Se pueden secar muchos tipos de fruta fresca, hortalizas, hierbas, carne y pescado.
76. Una temperatura demasiado elevada (que queme visiblemente el producto) puede producir formación de HAP. Cuando se utiliza un sistema con quemadores, la temperatura de éstos deberá ser suficiente para que se realice la combustión completa del combustible, ya que una combustión incompleta puede hacer que se formen HAP en los gases de secado. Una buena homogeneidad de la temperatura del aire es importante para evitar un calentamiento excesivo.
77. El tiempo de secado deberá ser lo más breve que sea posible, para reducir al máximo la exposición del alimento a los gases que pueden ser contaminantes.
78. Es necesario utilizar carbón activo para refinar los aceites y reducir el contenido de HAP después del secado directo. Cuando los niveles de HAP en los alimentos sean inaceptables deberá establecerse un sistema de supervisión del contenido de HAP y medidas adicionales de refinación (con carbón activo).
79. Garantizar que se haya quemado todo el combustible vigilando la presencia de CO en los gases, la acumulación de hollín en el quemador (si es el caso), y verificando la posición y las temperaturas de los quemadores.
80. 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.

81. 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.
82. 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.

PUNTOS IMPORTANTES QUE SE DEBERÁN TENER EN CUENTA Y RECOMENDACIONES PARA EL SECADO DIRECTO, EXCEPTO AL SOL

83. El contenido de HAP en los alimentos secados directamente se puede reducir al mínimo sustituyendo el secado directo con secado indirecto, de ser posible, o determinando y evaluando los puntos importantes que se deben tener en cuenta, y que se mencionan abajo, y tomando las medidas adecuadas. Se puede aplicar un sistema de HACCP.
84. Combustible:
- El tipo y composición del combustible que se utiliza para secar los alimentos repercute en el contenido de HAP;
 - No utilizar maderas tratadas con sustancias químicas, por ej., maderas conservadas o pintadas;
 - Se deberá supervisar el contenido de agua de la madera. Un contenido más bajo de agua de la madera puede hacer que la madera arda con rapidez y se produzcan niveles más altos de HAP;
 - No utilizar combustibles como el diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos, aceites de residuos y desechos de oliva que ya pueden contener niveles considerables de HAP;
 - El combustible repercute en el sabor del alimento final.
85. Procedimiento de secado:
- la temperatura del aire debe ser óptima;
 - reducir al mínimo el tiempo que el alimento permanece en contacto con los gases de combustión;
 - utilizar carbón activo durante el refinamiento del aceite;
 - no secar las oleaginosas al fuego;
 - evitar el contacto directo de las semillas oleaginosas o los cereales con productos de la combustión;
 - el equipo debe conservarse limpio y bien mantenido (especialmente las secadoras).