

¿Sustancias tóxicas en ciertos alimentos quemados?

Análisis de la situación y recomendaciones higiénico-sanitarias

Resumen

La preocupación reciente por la presencia de acrilamida en los alimentos data de año 2002. La acrilamida se forma principalmente en los alimentos por la reacción de la asparagina (aminoácido) con azúcares reductores (fundamentalmente glucosa y fructosa), produciéndose principalmente en condiciones de altas temperaturas [superiores a 120 °C – fritura, cocción, asado] y baja humedad. Los principales grupos de alimentos contribuidores son las patatas fritas, café, galletas (productos de cereales horneados), pasteles, pan y los bollos / pan tostado. Basándose en estudios con animales, la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) confirma, tras realizar evaluaciones previas, que la acrilamida en alimentos aumenta de forma potencial el riesgo de desarrollar cáncer en los consumidores de todas las edades (más expuestos son los niños).

Se ha tratado de identificar qué prácticas son las más apropiadas en la industria, sector de la restauración colectiva y ámbito doméstico, con el fin de disminuir la ingesta de acrilamida con los productos alimenticios ingeridos, revisando sistemáticamente publicaciones científicas, así como revisiones bibliográficas, efectuando búsqueda informatizada usando, entre los descriptores, "acrilamida", "industria alimentaria", "restauración". Las bases de datos utilizadas han sido: Pubmed, Cochrane Plus, Google Académico, Tripdatabase e Hispana (recolector). Se ha podido constatar que existen tres maniobras claras para reducir la formación de acrilamida en determinados productos (básicamente, productos de patata y de cereales):

1. Sobre las materias primas.
2. Control/adición de otros ingredientes.
3. Sobre la elaboración y tratamiento térmico de los productos alimenticios.

Se llega a la conclusión de que la acrilamida, sustancia que se genera durante el procesado, y cuyo potencial cancerígeno ha sido demostrado, es necesaria su reducción mediante la implantación de pautas en las distintas fases de elaboración de los productos alimenticios.

Palabras clave:

Acrilamida, reducción, industria alimentaria, patatas fritas.

Toxic substances in certain burned foods?

Analysis of situation and hygienic-sanitary recommendations

Abstract

The recent concern about the presence of acrylamide in food dates back to 2002. Acrylamide is formed mainly in food by the reaction of asparagine (amino acid) with reducing sugars (mainly glucose and fructose), occurring mainly in high temperature conditions [above 120 °C - frying, cooking, roasting] and low humidity. The main contributing food groups are chips, coffee, cookies (baked cereal products), pastries, bread and buns / toast. Based on animal studies, the EFSA (European Food Safety Authority) confirms, after conducting previous assessments, that acrylamide in foods potentially increases the risk of developing cancer in consumers of all ages (most exposed are children).

Attempts have been made to identify which practices are the most appropriate in the industry, the collective catering sector and the domestic sphere, in order to reduce the intake of acrylamide with the ingested food products, systematically reviewing scientific publications, as well as bibliographic reviews, making computerized search using, among the descriptors, "acrylamide", "food industry", "restoration". The databases used were: Pubmed, Cochrane Plus, Google Scholar, Tripdatabase and Hispana (collector). It has been found that there are three clear maneuvers to reduce the formation of acrylamide in certain products (basically, potato and cereal products):

1. On raw materials.
2. Control/addition of other ingredients,
3. On the elaboration and thermal treatment of the food products.

It is concluded that acrylamide, a substance that is generated during processing, and whose carcinogenic potential has been demonstrated, is necessary to reduce it by implementing guidelines in the different stages of food processing.

Key words:

Acrylamide, reduction, food industry, chips.

INTRODUCCIÓN

La acrilamida presenta multitud de aplicaciones industriales, como floculante en el tratamiento de aguas para consumo humano y en la producción de papel, para tratar aguas residuales industriales, en productos usados como agentes selladores para diques, túneles y alcantarillado, en productos cosméticos, etc. También existe otro tipo de exposición a la acrilamida, como la propiamente ambiental, dado que está presente en el humo del tabaco y los gases evacuados por los vehículos a motor. Por ello, hasta el año 2002, las principales fuentes de exposición "conocidas" eran exclusivamente la ocupacional y exposición al humo del tabaco, y en menor proporción a través del agua potable (Muñoz, 2016).

En el año 2002, la Administración Nacional Alimentaria sueca junto con la Universidad de Estocolmo dio a conocer de que en algunos alimentos de consumo habitual sometidos anteriormente a tratamientos térmicos para su preparación, había altas cantidades de acrilamida (Rosén y Hellenäs, 2002).

Actualmente existen tres fuentes de exposición: ocupacional, tabaco y **dieta**.

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) ha monitorizado la presencia de acrilamida en los años 2005 y 2010, no pudiendo hallar un valor de referencia toxicológico, a falta de disponer de más estudios, que a fecha actual se están llevando a cabo. Lo único que se está haciendo es una labor de recomendación en el sentido de disminuir la presencia de acrilamida en los productos alimenticios, como también recogida de datos en los distintos productos para saber cuál es la tendencia. A nivel del Codex Alimentarius, la forma de gestionar el riesgo ha sido elaborando un Código de Prácticas con recomendaciones para disminuir el nivel de acrilamida (2009) (AECOSAN, 2016).

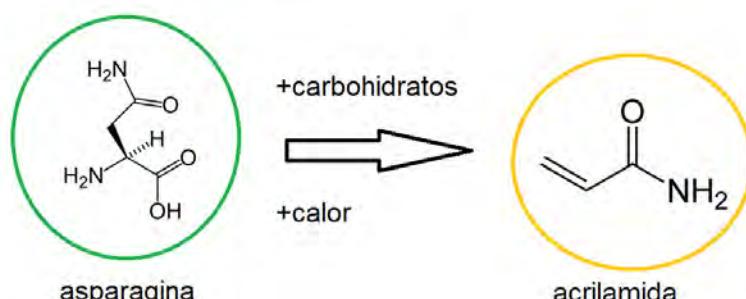
A nivel europeo (UE), la Comisión Europea elaboró un dossier con recomendaciones para su aplicación en las industrias alimentarias de fabricación, establecimientos de restauración colectiva y los pro-

pios consumidores, en 2003, con el objeto de reducir las concentraciones de acrilamida. Asimismo, la UE, junto con la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), elaboró una base de datos conjunta sobre acrilamida, asimilando información de otros Estados Miembros en los distintos tipos de productos alimenticios. Ya en España, la Agencia Española de Consumo, Seguridad alimentaria y Nutrición (AECOSAN), fruto del trabajo realizado entre los años 2007 y 2010 en las distintas Comunidades Autónomas a través de los distintos controles oficiales, envió a la EFSA información sobre más de 300 muestras. De la misma forma se llevó a cabo en el resto de Estado Miembros de la UE. En consecuencia, la EFSA determinó dilatar aún más el control sobre la acrilamida algunos años más, y poder llegar a conclusiones con una mayor certidumbre (AECOSAN, 2016).

La UE se está pensando la posibilidad de imponer unos límite máximos a la acrilamida, a tenor de la opinión de la EFSA (2015), aunque en la actualidad, sin encontrar demasiado sentido, se sigue *recomendando* que se reduzca los niveles de acrilamida, aplicando unos "niveles indicativos", y "no paramétricos", debiéndose tomar como referencias en la elaboración de los alimentos (AECOSAN, 2016).

Según legislación europea vigente, la acrilamida se permite en la producción de material polimérico para su contacto con los alimentos, aunque la sustancia no le está permitida su migración, teniendo un límite de migración específica de 0 mg/kg en objetos plásticos que van a estar en contacto con alimentos, es decir, "ausencia" (según Reglamento (UE) n.º 10/2011).

Según el R.D 140/2003, el valor paramétrico de la acrilamida en el agua de consumo humano es de 0.10 µg/l, correspondiéndose a la concentración monomérica residual permitida como máxima. Éstas dos son las dos únicas legislaciones que disponen límites para la acrilamida. De momento, en Europa no existe legislación que regule la acrilamida en alimentos. No obstante, la industria alimentaria, voluntariamente, desarrolla medidas con el objeto de ayudar a encontrar formas de reducir los niveles de acrilamida en sus propios productos.



La sustancia acrilamida con nº CAS.: 79-06-1, está incluida en el Anexo VI del Rgto (CE) nº. 1272/2008 como Muta 1B, Carc. 1B y Repr. 2, lo que quiere decir que puede ser genotóxico, carcinogénico y sospechoso de producir infertilidad, respectivamente.

Asimismo, la acrilamida también está incluida en el Anexo XVII del Reglamento REACH (Reglamento (CE) nº. 1907/2006) de Restricciones a la fabricación, comercialización y uso de determinadas sustancias, mezclas y artículos peligrosos, siendo hasta tal punto la preocupación que no se puede comercializar ni utilizar como sustancia o componente de mezclas con una concentración igual o superior al 0,1 % en p/p para las aplicaciones de revestimiento después del 5 de noviembre de 2012.

Por otro lado, la acrilamida se clasifica con probabilidad de ser carcinogénico en humanos (Grupo 2A) por la Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer (IARC) (IARC Monographs, Volumes 1–118, 2017). Parece evidente que todo apunta a una sustancia potencialmente peligrosa, para la que la UE (e instituciones internacionales) no ha establecido, hasta el momento, ningún límite normativo.

La acrilamida se produce con el procesamiento a altas temperaturas de ciertos alimentos, y cuánto más tiempo de calentamiento, más elevados los niveles. En los productos amiláceos (por ejemplo, cereales y patatas) son los productos alimenticios que más altos niveles de acrilamida se han hallado tras su procesamiento a altas temperaturas. De las vías de formación de la acrilamida, la más viable es la llamada "reacción de Maillard" (Coughlin, 2003; Mottram et al., 2002), en la que intervienen aminoácidos y azúcares reductores, siendo el aminoácido asparagina, aminoácido crucial que se encuentra en las patatas (*Solanum tuberosum*) y también en cereales, muy importante en la síntesis de la acrilamida por este camino (Mottram et al., 2002).

Se ha constatado que el calentamiento de cantidades equimoleculares del azúcar glucosa y el aminoácido asparagina a una temperatura de 180 °C durante media hora producen una cantidad apreciable de acrilamida (Stadler et al., 2002).

La escasa humedad es también un factor importante, dado que si se usa el microondas antes del calentamiento aumenta la formación de acrilamida de forma considerable. Un estudio reciente se centró en la humedad del aire en el horno y en la humedad del producto durante la cocción, llegándose a la conclusión de que una mayor humedad del producto podría ser una opción más para controlar la formación de acrilamida (Amrein et al., 2003).

Existen otros parámetros limitantes en la formación de acrilamida, como la existencia de otros

aminoácidos que no sean asparagina, como alanina, ácido aspártico, arginina, cisteína, metionina, glutamina, valina y treonina. De forma genérica, NO se forma acrilamida en alimentos que no han sido sometidos a calentamiento o en aquellos que sólo han sufrido un hervido. No obstante, Ezeji et al. (2003) llegaron a la conclusión de que se formaba acrilamida en la cocción del almidón mediante autoclave.

El objetivo de esta revisión es la de identificar qué prácticas deben ser las apropiadas en la industria alimentaria, sector de la restauración colectiva, y también ámbito doméstico, dadas las recomendaciones formuladas por las instituciones internacionales, con el fin de disminuir los niveles de acrilamida en los alimentos.

METODOLOGÍA

Revisión sistemática de las publicaciones científicas, así como revisión bibliográfica, efectuando búsqueda informatizada usando, entre los descriptores, "acrilamida", "industria alimentaria", "restauración". Se han filtrado fechas entre 2003 y 2017, tanto en lengua española como inglesa. Las bases de datos utilizadas son: Pubmed, Cochrane Plus, Google Académico, SciELO, Tripdatabase e Hispana (recolector).

RESULTADOS

Existen una serie de factores que influyen en la formación de la acrilamida en los productos alimenticios, que pasan a exponerse a continuación:

Influyen diversos factores como la cantidad y tipo de carbohidratos y aminoácidos, la presencia de precursores así como la relación tiempo-temperatura del proceso (Tareke et. al, 2002). La asparagina es el aminoácido causante de la reacción (Zyzak et al., 2003).

Los azúcares de cadena más corta presentan mayor reactividad (Zyzak et al., 2003). Se ha podido demostrar que "la fructosa forma más cantidad de acrilamida que la glucosa en tiempos de calentamiento comparables, debido a que durante el calentamiento los azúcares deben solubilizarse para reaccionar con la asparagina" (Van Der Fels-Klerx et al., 2014).

Se sabe que "en la reacción de Maillard, la generación de acrilamida comienza por encima de los 120°C y se acelera a partir de 150°C" (Masson et al., 2007). El índice de pardeamiento se considera como un indicador fiable y práctico de la concentración de acrilamida (Isleroglu et al., 2012) en el que basar técnicas fiables, rápidas y de bajo coste para la inspección en la propia línea de procesado (Mogol y Gökmen, 2014).

¿Sustancias tóxicas en ciertos alimentos quemados?

La humedad de la matriz (alimento) tiene diferente influencia, así, en los productos fabricados tomando como base los cereales, el contenido de humedad no afecta a la formación de acrilamida (Curtis et al., 2010), en cambio, en el caso de las patatas sometidas a fritura, la deshidratación producida durante el proceso impide que la distribución de la temperatura en el producto sea homogénea y esta reacción de Maillard se ve incrementada al superar los 150°C, teniendo gran importancia la humedad que tenga el alimento (Masson et al., 2007). Por otro lado, “la acidez del alimento disminuye la formación de acrilamida al hacer que el grupo amino de la asparagina adquiera protones e impida su unión con los azúcares reductores” (Mestdagh et al., 2008).

Parece que se ha constatado que “los aceites más insaturados producen una concentración de acrilamida mayor que los aceites con menor grado de insaturación”. Por otra parte, “la reutilización continuada del aceite de fritura incrementa la generación de acrilamida en comparación con el mismo proceso en aceite nuevo” (Masson et al., 2007).

Se puede constatar que existen tres maniobras básicas para disminuir la formación de acrilamida en determinados productos alimenticios (básicamente, en productos a base de cereales y de patata): 1.- Sobre las materias primas; 2.- Control / adición de otros componentes; 3.- Sobre la praxis en la elaboración y calentamiento de los productos alimenticios.

En este primer abordaje se tratan las prácticas más recomendables en producción primaria (tanto de patatas como de cereales).

En los alimentos a base de PATATAS. En estas materias primas, los azúcares reductores (glucosa, fructosa,...) están presentes en exceso en relación con el aminoácido asparagina, y la cantidad de azúcares reductores son los factores importantes que desencadenan la formación de acrilamida. El control cuidadoso de la reducción de los niveles de azúcar puede regular la formación de acrilamida en los productos procesados de la patata, tales como las patatas fritas. Entre los factores que afectan la reducción de los niveles de azúcares se encuentran la variedad de la patata, las prácticas de cultivo y cosecha, la madurez, la manipulación y las condiciones de almacenamiento (incluida la temperatura y el control del brote):

1. La selección de variedades de patata que son bajas en precursores de acrilamida, teniendo en cuenta la variación estacional, puede contribuir a disminuir la concentración de acrilamida (FDA, 2016).
2. La optimización de la madurez de la patata mediante el control del tiempo de siembra, el tiempo de cosecha, junto a la eliminación de los tubérculos inmaduros antes del procesado, pueden ayudar a reducir la acrilamida (FDA, 2016).

3. Evitar manipular las patatas una con rugosidad excesiva, evitar las magulladuras y clasificar o recortar cuidadosamente patatas con defectos, puede ayudar a reducir la acrilamida (FDA, 2016).
4. Evitar temperaturas frías durante la cosecha, transporte, entrega y almacenamiento, puede ayudar a reducir la acrilamida (Food and Drug Administration, 2016). Si se almacena durante mucho tiempo una adecuada temperatura es por encima de 6°C. Si las patatas han llegado a endulzarse por estar almacenadas a temperatura muy baja (de 4 a 6°C, o incluso más bajo), no deben freírse, hornearse o asarse (FAO, 2009).
5. La gestión de las condiciones de almacenamiento para controlar el “brote”, y proporcionar ventilación, puede ayudar a reducir la acrilamida.
6. No tener las patatas almacenadas durante períodos prolongados puede ayudar a reducir la acrilamida (FDA, 2016).

En los alimentos a base de CEREALES. Los alimentos elaborados con cereales incluyen alimentos tales como el pan, cereales para desayunar o galletas, que se cocinan a partir de cultivos de cereales como trigo y maíz. En relación a las materias primas: en cereales como el trigo, la asparagina está presente en exceso en comparación con los azúcares reductores. Por lo tanto, la concentración de asparagina, sin azúcares reductores, es el factor más importante que condiciona la aparición de acrilamida en los alimentos a base de cereales. El tipo de grano de cereales, la variedad de grano y las condiciones de crecimiento son algunos de los factores que afectan los niveles de asparagina (FDA, 2016). Son importantes:

1. El uso de variedades de trigo más bajas en asparagina y el uso de trigo con sulfato de suelo adecuado y sin fertilización nitrogenada excesiva puede ayudar a reducir la acrilamida en los alimentos a base de cereales (FDA, 2016).
2. La sustitución parcial de granos de cereales de baja asparagina por granos de cereales de alta asparagina puede ayudar a reducir la acrilamida en los alimentos procesados con cereales. En un segundo abordaje revisamos qué prácticas son las más aconsejables en la propia industria alimentaria.

En el caso de las **patatas**:

1. Cortar rodajas más gruesas posibles. Cuanto más finas, niveles más altos de acrilamida (FAO, 2009).
2. El blanqueado de las patatas antes de freírlas (consiste en meterlas antes en agua hirviendo) puede ayudar a reducir la acrilamida, aunque estos cambios pueden afectar la calidad del producto (FDA, 2016).

3. El aumento de eliminación de la piel puede ayudar a reducir la acrilamida (FDA, 2016).
4. Lavar o remojar patatas antes de freír puede ayudar a reducir la acrilamida, pero puede causar cambios inaceptables en algunos "chips" (FDA, 2016).
5. Disminuir las temperaturas de fritura y buscar escenarios más altos de humedad puede ayudar a reducir la acrilamida, pero es importante determinar si los puntos finales de la humedad proporcionan una calidad de producto aceptable. También reducir los tiempos de cocción (si se aumenta el tiempo de cocinado puede incrementar la producción de acrilamida, sobre todo cuando la temperatura de calentamiento está por encima de los 120° C) (FDA, 2016).
6. El uso de temperaturas más bajas durante las etapas finales de cocción, y el uso de técnicas como la "freidora" instantánea, la "freidora" de vacío,...., pueden ayudar a reducir la acrilamida (FDA, 2016).
7. Adición de sales de calcio. La adición de sales de calcio es eficaz para reducir la acrilamida. Se han descrito reducciones de la acrilamida del 30-40 %. La adición de sales de calcio puede ser más eficaz a un pH ácido. Los problemas potenciales, particularmente cuando el calcio está en exceso, incluyen los sabores y cambios en la textura y el color (FDA, 2016).
8. La adición de acidulantes puede ayudar a reducir la acrilamida en los productos fabricados de patata (FDA, 2016).
9. La adición de asparaginasa a las patatas puede ayudar a reducir la acrilamida en algunos productos fabricados de patata (FDA, 2016).
10. La disminución de las temperaturas de cocción, el uso de temperaturas finales más bajas en procesos de varias etapas y el uso de extremos más altos de humedad pueden ayudar a reducir la acrilamida en patatas fritas fabricadas (FDA, 2016).

En el caso de los **cereales**:

1. El reemplazo del bicarbonato de amonio en galletas y "crackers" con agentes de levadura alternativos, evitando al mismo tiempo un aumento

general de los niveles de sodio, puede ayudar a reducir la acrilamida.

2. El reemplazo de azúcares reductores con azúcares no reductores, usando azúcares reductores con menor contenido de fructosa, y sólo añadiendo revestimientos de azúcar a los cereales de desayuno después de los pasos de tostado, puede ayudar a reducir la acrilamida.
3. El tratamiento con asparaginasa puede ayudar a reducir los niveles de acrilamida en los productos alimenticios a base de cereales, pero la dosis, el tiempo de contacto, el contenido de agua de la masa, el pH y la cloración del agua son consideraciones importantes.
4. El uso de suplementos de calcio puede ayudar a reducir la acrilamida en panes no fortificados con calcio o cereales para el desayuno, pero la adición de propionato de calcio puede aumentar los niveles de acrilamida.
5. El uso de la fermentación con levadura puede ayudar a reducir la acrilamida en los alimentos procesados tomando como base a los cereales.
6. Si se disminuyen las temperaturas de cocción, así como la consideración de tecnologías alternativas de cocción, pueden ayudar a reducir la acrilamida en los alimentos a base de cereales (FDA, 2016).

En el caso del CAFÉ cabe decir que es una fuente importante de exposición a la acrilamida para adultos. Se dispone de información limitada sobre los factores que se sabe afectan a las concentraciones de acrilamida en el café. Aún no está disponible un proceso comercial viable (FDA, 2006; FAO 2009).

Recomendaciones para los CONSUMIDORES/ RESTAURACIÓN COLECTIVA:

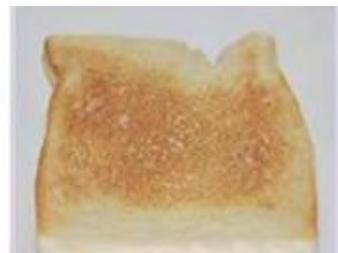
1. Para las patatas fritas, la temperatura máxima recomendada para freír es de aproximadamente 170-175° C. La mayor parte de la acrilamida se forma al final de la fritura. Si se empiezariendo a 170-175°C y hacia la mitad del cocinado se baja a 140°C se conseguirá que haya menos.
2. Evitar el dorado de las patatas fritas.



<http://dimetilsulfuro.es/2015/11/20/patatas-fritas-sin-cancer-gracias/>

¿Sustancias tóxicas en ciertos alimentos quemados?

3. Evitar cocinado en un horno tostador para evitar que se queme demasiado (pan, patatas).



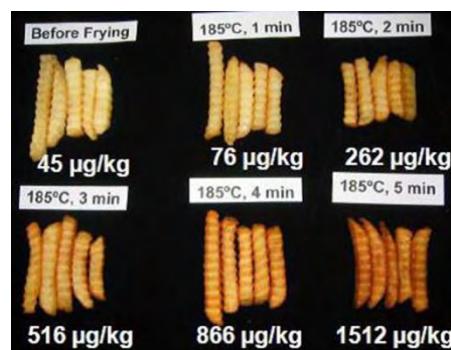
http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/temas_de_interes/reducir_exposicion_acrilamida.htm
(AECOSAN , 24/07/2015)

4. Reducir el tiempo de cocción cuando se cocinen cantidades pequeñas.
5. Preferible las fritadas en el estado congelado, no pre-descongelación para una fritura más rápida.
6. Eliminar rápidamente los productos fritos de la freidora o utilizar equipos de remoción automatizada de frituras.
7. Calibrar las freidoras regularmente para asegurar que las temperaturas de la freidora estén adecuadamente controladas.
8. Cambiar el aceite más viejo (usado en exceso) rápidamente. Las patatas fritas preparadas en aceites usados en exceso pueden aparecer más oscuras que las fritas producidas en aceite fresco, por lo que es difícil comprobar el color de la fritura.
9. El manejo adecuado es especialmente importante para las patatas fritas o tostadas. Ejemplos de estas prácticas incluyen almacenar patatas en un lugar fresco y oscuro, y no refrigerar patatas o almacenarlas en condiciones de congelación [las patatas siempre fuera del frigorífico y a temperaturas superiores a + 8° C. Por debajo de esta T^a se aumenta la actividad enzimática que destruye el almidón e incrementa los azúcares reductores (facilitando la formación posterior de acrilamida en el cocinado)].
10. Remojar las rodajas de patata cruda durante un espacio de tiempo, entre 15 minutos y media hora, antes de freírlas, para bajar los niveles de azúcar antes de cocinar, pero secar bien las piezas antes de freír.
11. Cortar tiras más gruesas o trozos más grandes de patatas al freír y asar, y retirar trozos muy pequeños (finos) de las freidoras. Las piezas de patatas más pequeñas tienen más probabilidad de tener mayores niveles de acrilamida después de freír.
12. Cuanta más agua tenga el alimento, menos acrilamida se forma. Sumergir las patatas en agua antes de echarlas en la sartén es una buena práctica.
13. Utilizar el color como punto final cuando se preparan productos horneados,..., horneando y tostán-

do panes y otros productos (patatas fritas) hasta un color marrón claro, no un color marrón oscuro. En general, las cortezas de pan de color más claro y las galletas de color más claro tendrán menores niveles de acrilamida que las versiones más oscuras de los mismos panes o galletas.

14. Los alimentos a base de cereales demasiado secos o crujientes (como los productos horneados) también tienen mayores niveles de acrilamida, por lo que cocinar a un punto final más húmedo también puede ayudar a controlar los niveles de acrilamida.
15. En cuanto al café, no hay remedio. Como lo normal es comprar el café ya procesado (tostado), es la industria la que tiene que aplicar estas medidas para que el contenido en acrilamida sea lo más bajo posible. Por el momento las posibilidades que tiene la propia industria también son muy escasas porque cualquier variación en el procesado tendría efectos sobre el aroma y el sabor y, en el caso del café, son características fundamentales de identidad (FDA, 2016; FAO, 2009; EFSA, 2015; AECOSAN, 2016).

La forma de preparar los alimentos en los hogares pueden tener un gran impacto en la exposición humana a acrilamida (va a depender de qué se come y de cómo se come).



Niveles de Acrilamida (µg/kg) en función del pardeamiento.
EFSA, 2015, Cap. 6, pág. 66

DISCUSIÓN / CONCLUSIONES

La acrilamida no sólo se encuentra en los alimentos cocinados sino también componente indispensable en la industria papelera, en productos cosméticos, industria textil, en el humo del tabaco, etc. También se usa para el tratamiento de las aguas potables como floculante, y para este uso la legislación sí establece un límite máximo de acrilamida en las aguas (R.D 140/2003), pero es el único producto alimenticio (agua) para el que realmente existe un límite para esta sustancia. Para el resto de alimentos no hay límites regulados. En la Unión Europea (UE) existen recomendaciones, sin sanción ni repercusiones.

En 2006 la industria publicó la primera "Caja de Herramientas" (Acrylamide toolbox), que es un documento en el que se recogen las prácticas que la industria debe aplicar para evitar la formación de acrilamida (la última edición es del año 2013). Sin embargo, la propia la Comisión reconocía que en los últimos datos de 2009 no había una tendencia a la reducción de acrilamida y que "no estaba claro si en aquel momento la caja de herramientas de la acrilamida había tenido los efectos deseados". Porque, no nos engañemos, al fin y al cabo la Caja de herramientas no es más que eso, herramientas que la industria alimentaria puede poner en marcha o no, es decir, no es más que un código de buenas prácticas. Resumiendo, lo que existe actualmente es un límite de acrilamida en el agua (regulado normativamente), dos recomendaciones de la Comisión Europea que no son obligatorias (no crean derechos ni obligaciones en los destinatarios) y una declaración de intenciones de la industria, además de unos valores "indicativos". Por ahora, es lo que hay. En estos momentos la Comisión Europea está elaborando un borrador para que la normativa de control de acrilamida sea más dura.

Las asociaciones europeas de consumidores no están conformes. Piensan que los valores "indicativos" han fracasado, y no han sido útiles para bajar el nivel de acrilamida en los productos alimenticios, y exigen que se establezcan de inmediato niveles máximos de obligado cumplimiento. La inseguridad se respira en el ambiente. La industria, por su parte, cree que establecer niveles máximos sólo servirá para que los procesos se ajusten a esos niveles, y no se propondrán mejoras para reducirlos, aunque apuestan para que los códigos de buenas prácticas sean obligatorios. En todo caso, está previsto que en estos años la Comisión Europea haga algún cambio de rumbo, pero no se sabe cuándo ni en qué sentido.

DISCUSSION/CONCLUSIONS

Acrylamide is not only found in cooked foods but also an indispensable component in the paper industry, in cosmetics, in the textile industry, in tobacco smoke, etc. It is also used for the treatment of drinking water as a flocculant, and for this use the legislation does establish a maximum limit of acrylamide in water (RD 140/2003), but it is the only food product (water) for which it really exists a limit for this substance. For the rest of foods there are no regulated limits. In the European Union (EU) there are recommendations, without sanctions or repercussions.

In 2006, the industry published the first "Toolbox" (Acrylamide toolbox), which is a document that includes the practices that the industry must apply to prevent the formation of acrylamide (the last edition is from 2013). However, the Commission itself acknowledged that in the latest data for 2009 there was no tendency to reduce acrylamide and that "it was not clear whether at that time the acrylamide toolbox had had the desired effects". Because, make no mistake, after all, the Toolbox is nothing more than that, tools that the food industry can implement or not, that is, it is nothing more than a code of good practices. In short, what currently exists is a limit of acrylamide in water (regulated by regulation), two recommendations from the European Commission that are not mandatory (do not create rights or obligations on the recipients) and a declaration of intentions of the industry, in addition to some "indicative" values. For now, it is what there is. The European Commission is currently preparing a draft to make the regulation of acrylamide control tougher.

The European consumer associations are not satisfied. They think that the "indicative" values have failed, and they have not been useful for lowering the level of acrylamide in food products, and they demand that immediate maximum levels of mandatory compliance be established. Insecurity is felt in the environment. The industry, for its part, believes that establishing maximum levels will only serve to ensure that processes conform to these levels, and no improvements would be proposed to reduce them, although they are betting that the codes of good practices are mandatory. In any case, it is expected that in these years the European Commission will make some change in direction, but it is not known when or in what sense.

BIBLIOGRAFÍA

1. Coughlin JR. 2003. Acrylamide: What we have learned so far. *Food Technology* 57 (2) 100.
2. Curtis TY, Powers S, Balagiannis J, Elmore D, Mottram JS, Parry DS, et al., Free amino acids and sugars in rye grain: implications for acrylamide formation. *J Agric Food Chem.* 2010; 58 (3), 1959–1969.
3. European Food Safety Authority (EFSA). (06 de 2015). Recuperado el 14 de 06 de 2017, de Scientific Opinion on acrylamide in food: <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/acrylamide>. EFSA Journal 2015;13(6):4104
4. Ezeji T, Groberg M, Qureshi N, Blaschek H. 2003. Continuous production of butanol from starch-based packing peanuts. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 106, 375-382.
5. FAO/OMS. (2009). CODEX ALIMENTARIUS. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/list-standards/es/>
6. Food and Drug Administration (FDA). (03 de 2016). Center for Food Safety and Applied Nutrition Food and Drug Administration. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de Guidance for Industry Acrylamide in Foods: <http://www.fda.gov/FoodGuidances>
7. Godnic, M., 2002. Acrilamida en los alimentos. Disponible en: <http://www.nutrinfo.com.ar>. Visitado el 15 de diciembre de 2005.
8. IARC. (19 de 05 de 2017). Recuperado el 11 de 06 de 2017, de Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-118: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>
9. Isleroglu H, Kemerli T, Sakin-Yilmazer M, Guven G, Ozdestan O, Uren A et al., Effect of Steam Baking on Acrylamide Formation and Browning Kinetics of Cookies. *J Food Sci.* 2012; 77 (10), E257-E263.
10. Masson et al., (2007). Acrilamida en patatas fritas: Revisión actualizada. 1-9.
11. Mestdagh F, Maertens J, Cucu T, Delporte K, Van Peteghem C, De Meulenaer B. Impact of additives to lower the formation of acrylamide in a potato model system through pH reduction and other mechanisms. *Food Chem.* 2008; 107, 26-31.
12. Mogol BA and Gökm en V. Computer vision based analysis of foods: A non destructive colour measurement tool to monitor quality and safety. *J Sci Food Agric.* 2014; 94, 1259-1263.
13. Mottram DS, Wedzicha BL, Dodson AT. 2002. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 419, 448–449.
14. Muñoz, A.M., 2016. Rev. Soc. Quím. Perú vol. 82 nº.1 Lima ene./mar. 2016
15. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano
16. Reglamento (CE) nº. 1272/2008, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº. 1907/2006
17. Reglamento (CE) nº. 1907/2006, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA)
18. Reglamento (UE) nº. 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos
19. Rosén J, Hellenäs KE. 2002. Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Analyst* 127, 880-882.
20. Stadler RH, Blank I, Varga N, Robert F, Hau J, Guy PA, Robert MC, Riediker S. 2002. Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature* 419, 449-450.
21. Subdirección General de Promoción de la Seguridad Alimentaria - AECOSAN. (22 de 09 de 2016). Acrilamida. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de Seguridad Alimentaria: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/acrilamida.htm
22. Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Tornqvist M. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J Agric Food Chem.* 2002; 50 (17), 4998-5006.
23. T.M. Amrein, S. Bachmann, A. Noti, M. Biedermann, M.F. Barbosa, S. Biedermann-Brem, et al. Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: A comparison of cultivars and farming systems, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003), pp. 5556–5560.
24. Van Der Fels-Klerk HJ, Capuano E, Nguyen HT, Mogol BA, Kocadağlı T, Göncüoğlu NT et al., Acrylamide and 5- hydroxymethylfurfural formation during baking of biscuits: NaCl and temperature–time profile effects and kinetics. *Food Res Int.* 2014; 57, 210-217.
25. Zyzak DV, Sanders RA, Stojanovic M, Tallmadge DH, Eberhart BL, Ewald DK et al., Acrylamide formation mechanism in heated foods. *J Agric Food Chem.* 2003; 51, 4782-4787.