



## *ACRILAMIDA*

**Fecha del documento: Abril 2005**

# elika

Fundación Vasca para la  
Seguridad Agroalimentaria

Nekazaritzako Elikagaien  
Segurtasunarako  
Euskal Fundazioa

## 1.- INTRODUCCIÓN

---

A pesar de que la Acrilamida se ha producido comercialmente durante muchos años para una variedad de usos industriales, el descubrimiento de que la Acrilamida puede formarse inintencionadamente durante el procesado de los alimentos no se conoció hasta Abril de 2002, tras la publicación de un estudio realizado por el Departamento de Química Medioambiental de la Universidad de Estocolmo **(1)**.

A consecuencia de estos hallazgos, la FAO y la OMS promovieron una reunión de expertos para entender mejor el riesgo que enfrentan las personas y las posibles consecuencias sobre la salud. Esta reunión se celebró en Ginebra (Suiza) en Junio de 2002, donde se reconoció a la Acrilamida como un riesgo potencial sobre el que existía gran desconocimiento, por lo que los expertos recomendaron que se llevaran a cabo estudios adicionales para evaluar adecuadamente la toxicidad y el efecto sobre la salud de la exposición a la Acrilamida a través de los alimentos **(2)**.

En Julio de 2002, el Comité Científico en Alimentación de la Comisión Europea emitió una Opinión en la que se concluyó que no se podía determinar el riesgo de exposición a la Acrilamida por los alimentos, debido a la carencia de información. En dicha opinión se recomendó seguir una dieta variada moderando el consumo de alimentos fritos, no cocinar los alimentos en exceso y se instaba a proseguir con las investigaciones para ampliar el conocimiento en la materia **(3)**.

Como consecuencia de estas recomendaciones, se estableció una red internacional de investigación sobre la Acrilamida denominada "Acrilamida Infonet" donde compartir información, publicar las recientes investigaciones y trabajar todos los agentes conjuntamente **(4)**. Muchos grupos de investigación pusieron en marcha proyectos relacionados con Acrilamida, principalmente sobre formación, reducción, toxicidad y contenido en alimentos, con el fin de ampliar la escasa información que hasta el momento se conocía. Actualmente, en la red Acrylamida Infonet, hay 197 proyectos en ejecución sobre Acrilamida, de los cuales algunos han finalizado y los resultados ya están disponibles.

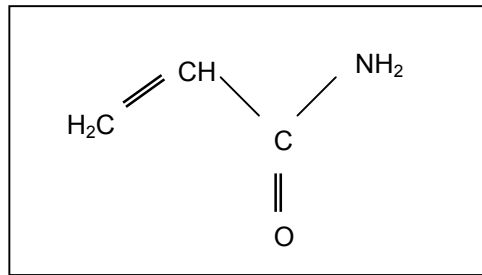
En Febrero de 2005 se reunió en Roma el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JEFCA) para evaluar los riesgos para la salud de varios contaminantes químicos, incluida la Acrilamida. El Comité llegó a la conclusión de que los efectos adversos de la acrilamida son improbables al promedio de los consumos calculados, aunque el riesgo deberá ser re-evaluado una vez se dispongan de los resultados de los estudios de toxicidad que se están llevando a cabo. Así mismo, este Comité recomendó que se prosigan los esfuerzos en disminuir los niveles de acrilamida en alimentos **(5)**.

La información disponible sobre los diversos aspectos relacionados con la Acrilamida se va actualizando casi a diario, por lo que sería necesario, conforme se vaya conociendo más información, la revisión de este informe.

## 2.- ORIGEN Y TOXICIDAD

---

La Acrilamida es un intermediario químico usado en la síntesis de poliacrilamidas. Este monómero, también conocido como etilcarboxamida, vinil-amida o 2-propanamida, se presenta en una forma blanca cristalina y fluida. Su peso molecular es 71,09 y su número de registro CAS es 79-0601. Es soluble en agua, etanol, metanol, dimetileter y acetona e insoluble en heptano y benceno **(6)**. Su fórmula molecular es:  $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$



Acrilamida

La Acrilamida tiene un largo número de aplicaciones industriales. Sus principales usos son como floculante en la clarificación de aguas y en la fabricación de papel. También es utilizado para eliminar sólidos de aguas residuales industriales, para la elaboración de pegamentos y colas, como estabilizante de suelos, como aditivo en cosméticos y en preparaciones de muestras en laboratorios biotecnológicos. También se encuentra en el humo del tabaco y en los gases vertidos por los tubos de escape de los coches (6).

La principal vía de exposición humana a la Acrilamida era el agua de bebida y los cigarrillos. Su presencia en alimentos no había sido descrita hasta Abril de 2002, cuando el Departamento de Química Medioambiental de la Universidad de Estocolmo realizó un estudio y detectó niveles elevados de este compuesto en varios alimentos. Posteriormente, investigaciones en Holanda, Noruega, Suiza, Reino Unido, Canada y EEUU confirmaron este hecho (7).

## QUÍMICA DE LA FORMACIÓN

La vía principal de formación de acrilamida en alimentos es a través de la reacción entre la asparagina (principal fuente de nitrógeno en la reacción) y azúcares reductores (fuente del grupo carbonilo). En esta reacción de Maillard se puede formar por al menos dos vías que compiten, empezando con un precursor común. La glucosa y la fructosa (y en ocasiones la lactosa) son los principales reactivos identificados en esta reacción.

Hay estudios en los que se han identificado otras vías que pueden llevar a la formación de acrilamida, con precursores como acroleína, ácido acrílico y otros carbonilos. También existen estudios que sugieren que el amoníaco y la acroleína pueden jugar un papel muy importante en la formación de acrilamida en alimentos ricos en lípidos, aunque es necesario demostrar estos mecanismos en sistemas de alimentación reales.

La evidencia hasta ahora indica que la acrilamida se elimina a través de reacciones con diferentes constituyentes de diversos alimentos, como por ejemplo aminas y sulfidrilos. Reacciones rápidas de eliminación podrían explicar los bajos niveles de acrilamida encontrados en algunos tipos de alimentos, como es el caso de la carne. También, por encima de ciertas temperaturas, se ha visto que los niveles de acrilamida descienden.

Los factores que afectan a la formación de la Acrilamida son los siguientes:

- ✓ **Temperatura:** la formación de acrilamida se favorece a partir de 120 °C, alcanzando su formación óptimo a 180 °C, aunque se ha descrito que por encima de ciertas temperaturas se incrementa su destrucción (2). En productos de cereal, cuanto más a menudo se calienta, más se destruye la acrilamida. En algunos casos, altas temperaturas de horno han sido asociadas con menos acrilamida, sugiriendo que hay reacciones simultáneas de formación y eliminación de acrilamida.

- ✓ **Contenido de agua y estado físico de la matriz del alimento:** Un pequeño incremento de la cantidad final de agua (del 1% al 2%) se ha visto que reduce la formación de acrilamida en patatas fritas. Se cree que en este tipo de patatas un bajo contenido en agua está relacionado con un alto nivel de acrilamida.
- ✓ **Materia prima e Ingredientes:** debido a la variación natural de los niveles de asparagina y azúcares en las materias primas.
- ✓ **Almidón:** Se ha asociado la formación de acrilamida con alimentos ricos en almidón, pero no está probado que el propio almidón esté relacionado directamente.
- ✓ **Condiciones de los cultivos:** puede tener efecto en la variación de los precursores, siendo estas diferencias más significativas en patatas.
- ✓ **Epoca del año:** la época en que las patatas son plantadas puede tener también su efecto en la formación. Dos cultivos de la misma variedad, crecidas bajo las mismas condiciones pero plantadas en diferentes épocas, las patatas más inmaduras tendrán niveles más altos de azúcares reductores.

**La principal vía de formación de Acrilamida es una reacción de Maillard, proceso térmico que dota de color, sabor y aroma característico a los productos tostados, en la que intervienen la asparagina, azúcares reductores y agua. La formación de acrilamida aumenta según aumenta la Temperatura y el tiempo del tratamiento al que se somete el alimento.**

## DETERMINACIÓN ANALÍTICA

En la actualidad existen dos técnicas mayoritarias para la determinación de Acrilamida en alimentos, basadas bien en cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC/MS), o bien en cromatografía líquida con espectrometría de masas, empleando en este último caso diferentes sistemas analizadores de masas de tipo tandem o de trampa iónica (HPLC-MS/MS).

Los análisis de Acrilamida se realizaron primeramente con GC/MS seguida de bromación a 2,3-dibromoamida **(8)**. Aunque este método es muy sensible, la derivatización es laboriosa y presenta altos tiempos de análisis. Recientemente, se han desarrollado métodos que omiten la derivatización y permiten cuantificar la Acrilamida directamente después de una etapa de extracción y clean-up mediante GC-MS **(9)** o HPLC-MS/MS **(10)**. El método de HPLC tiene la ventaja de simplificar la etapa de extracción.

Se han realizado estudios interlaboratorio que han demostrado que la calidad de los análisis de Acrilamida depende de la propia matriz alimentaria. Así se ha comprobado que los análisis en patatas fritas o en galletas de mantequilla son consistentes, pero presentan problemas los realizados por ejemplo en polvo de cacao **(11)**. En un reciente ejercicio de comparación, solamente el 50% de los laboratorios proporcionaron valores satisfactorios de los análisis **(12)**.

A pesar de todo ello, los últimos trabajos aparecidos parecen confirmar la validez de las dos técnicas mencionadas, lo que permite garantizar las determinaciones de Acrilamida con límites de cuantificación de 30 µg/kg mediante HPLC-MS-MS y 5 µg/kg con GC-MS-MS, empleando metodologías de extracción líquido-líquido **(13)**.

Los expertos aseguran que es necesario desarrollar metodologías analíticas basadas en técnicas más asequibles, que puedan emplearse para el control de rutina en los productos alimentarios.

## TOXICIDAD

Numerosos estudios llevados a cabo en un gran número de especies animales han mostrado que el sistema nervioso es el principal órgano diana de las acciones tóxicas de la Acrilamida. Exposiciones repetidas a la Acrilamida causan cambios degenerativos en el sistema nervioso periférico (neuropatía periférica), mientras que a mayores dosis se observa atrofia muscular y testicular, así como disminución de los parámetros eritrocíticos.

El panel de expertos del Centro de Evaluación de Riesgos para la Reproducción Humana emitió un informe sobre la Toxicidad reproductiva y del desarrollo de la Acrilamida **(14)**, cuyas conclusiones se detallan a continuación:

- ✓ **Toxicidad del desarrollo:** No hay información disponible en el caso de los humanos. En el caso de ratas y ratones hay datos suficientes para afirmar que la acrilamida es un tóxico en el desarrollo de las ratas, como se ha comprobado con el descenso importante del peso de la crías, después de haber suministrado a las madres acrilamida durante la gestación (4-5 mg/kg de peso corporal/día). En el caso de ratones, se ha visto un descenso del peso del feto.
- ✓ **Toxicidad reproductiva:** No hay información disponible en el caso de los humanos. En el caso de ratas y ratones, se vio que después de administrar acrilamida en el agua de bebida, el tamaño de la camada era significativamente más pequeño. Uniendo animales tratados con no tratados se observó que el descenso del tamaño era mediado por el macho, indicativo de que había afectado genéticamente al esperma. Numerosos estudios indican que los efectos genéticos (expresados como mortalidad dominante) son el mayor componente de la toxicidad reproductiva en los machos.

No existen datos disponibles para evaluar la toxicidad reproductiva ni en el desarrollo en el caso de los humanos, solamente existen en ratas y ratones y podrían ser relevantes para los humanos, aunque son afirmaciones que están sin confirmar **(14)**.

En cuanto a la absorción de la Acrilamida, en la exposición por inhalación se conoce que la absorción es muy alta. La biodisponibilidad por administración oral de agua de bebida es de aproximadamente el 50-75%, pero la biodisponibilidad de la Acrilamida en matrices de alimentos no se conoce. Basándonos en los datos que indican que las personas no fumadoras no expuestas ocupacionalmente a Acrilamida tienen pequeñas concentraciones en sangre de Acrilamida y de su metabolito la Glicidamida, debe ser asumido que la Acrilamida en alimentos al menos es parcialmente absorbida **(2)**.

Muchos han sido los estudios realizados sobre la toxicidad de la Acrilamida, que el Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios (JEFCA) de la FAO/OMS resumió en **la Tabla 1:**

**Tabla 1:** Efectos tóxicos de la Acrilamida en el ser humano y sus NOEL/BMDL **(5)**.

EFEECTO	NOEL/BMDL (mg/kg peso/día)
Sist. nervioso	NOEL: 0,2
Sist. reproductor, desarrollo y otros efectos no-neoplásicos	NOEL: 2,0
Cáncer	BMDL: 0,3

Según su toxicidad, la Acrilamida ha sido clasificada por la Agencia Internacional para las Investigaciones contra el Cáncer (IARC) en la categoría 2A y por la Agencia Estadounidense de Protección Medioambiental (EPA) en la categoría B2, ambas definidas como “probablemente carcinogénica en humanos”. Así, la ACGIH la clasifica en la categoría A3, definida como “carcinogénica en animales, desconocido en humanos”.

## IMPACTO EN LA SALUD HUMANA

Los efectos tóxicos de acrilamida sobre el sistema nervioso en los seres humanos después de altas exposiciones ocupacionales y accidentales están bien documentados. Los estudios epidemiológicos humanos a las exposiciones industriales y accidentales por inhalación y contacto dérmico indican que el sistema nervioso es el principal afectado como resultado de tales exposiciones. No existen datos para indicar que las exposiciones por estas rutas sean equivalentes a las exposiciones alimentarias.

Los estudios e investigaciones experimentales llevadas a cabo en animales han revelado que la acrilamida es genotóxica y causa problemas reproductivos y de desarrollo, así como cáncer (5).

En relación al vínculo entre la acrilamida y los cánceres humanos, hasta el momento parece haber poca evidencia que lo apoye. Estudios publicados por la Escuela de Salud Pública de Harvard (15) que evalúan el impacto en la salud de la acrilamida en poblaciones suecas no encuentran evidencia de un riesgo más alto de cáncer de colon, de recto, de riñón y de vejiga como resultado de consumir acrilamida. En general, los epidemiólogos creen que los niveles medios de acrilamida de la dieta no están aumentando el riesgo de cáncer humano.

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JEFCA) en su última reunión (Roma, Febrero de 2005) determinó que los estudios disponibles en humanos no son apropiados para su uso en la evaluación de riesgos de acrilamida en alimentos (5).

## 3.- CONTENIDO DE ACRILAMIDA EN ALIMENTOS

---

Las recientes investigaciones han puesto de manifiesto valores elevados de acrilamida principalmente en aquellos alimentos que incorporan cereales o almidones en su composición y que han sido sometidos a un tratamiento térmico a elevadas temperaturas, como es el horneado, el asado, la fritura o el grill (pan, galletas, patatas fritas, cereales de desayuno, pizzas, snacks, crepes, etc) (7). Este compuesto también ha sido descrito en el café tostado.

El único valor legislado para Acrilamida es el límite máximo establecido para el agua potable, que es de 0,1 µg/l de agua (16). Hasta la publicación de la Universidad de Estocolmo en Abril de 2002, el agua y los cigarrillos eran las únicas fuentes de exposición a la Acrilamida descritas y este valor, el límite establecido para el agua potable, es el que se utilizó de referencia para compararlo con el contenido en los alimentos en dicha publicación.

Desde Abril de 2002 se han publicado muchos estudios sobre contenido de acrilamida en alimentos. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JEFCA) ha realizado una recopilación de todas las muestras de alimentos analizadas para saber su contenido en Acrilamida entre los años 2002 y 2004. En la **Tabla 2** se muestra esta recopilación (5).

**Tabla 2:** Contenido en Acrilamida ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  producto) en diferentes grupos de alimentos (5). (N= número de muestras).

ALIMENTO	Contenido	Máx. reportado	N
<b>CEREALES Y DERIVADOS</b>			
Cereales y pasta (crudos y cocidos)	15	47	113
Cereales y pasta (tostados, fritos, grill)	123	820	200
Productos procesados a base de cereales	366	7834	2991
Panes y rollos	446	3436	1294
Pasteles y galletas	350	7834	1270
Cereales de desayuno	96	1346	369
Pizza	33	763	58
<b>PESCADOS Y DERIVADOS</b>	25	233	52
<b>CARNE Y ASADURAS</b>	19	313	138
<b>LECHE Y DERIVADOS</b>	5,8	36	62
<b>FRUTOS SECOS Y SEMILLAS</b>	84	1925	81
<b>LEGUMBRES</b>	51	320	44
<b>RAICES Y TUBERCULOS</b>			
Patata puré/cocido	16	69	33
Patata asada	169	1270	22
Patata críps (industrial)	752	4080	874
Patata chips (french fries)	334	5312	1097
Patata chips (congeladas)	110	750	42
<b>ESTIMULANTES Y ANALOGOS</b>			
Infusión de café (lista para beber)	13	116	93
Café (molido, tostado o instant., no infusión)	288	1291	205
Extractos de café	1100	4948	20
Café descafeinado	668	5399	26
Sustitutos de café	845	7300	73
Productos de cacao	220	909	23
Te verde (tostado)	306	660	29
<b>AZUCARES Y MIEL (princip. chocolate)</b>	24	112	58
<b>VEGETALES</b>			
Crudos, cocidos, en lata	4,2	25	45
Procesados (tostados, horneados, fritos, grill)	59	202	39
<b>FRUTAS</b>			
Frutas frescas	<1	10	11
Frutas secas, fritas, procesadas	131	770	37
<b>BEB. ALCOHÓLIC. (cerveza, vino, ginebra)</b>	6,6	46	66
<b>CONDIMENTOS Y SALSAS</b>	71	1168	19
<b>ALIMENTOS SECOS</b>	121	1184	13
<b>ALIMENTOS INFANTILES</b>			
Fórmulas infantiles	<5	15	82
Alimentos infantiles (enlatados, embotados)	22	121	96
Alimentos infantiles (en polvo seco)	16	73	24
Alimentos infantiles (galletas, bizcochos)	181	1217	32

## EXPOSICIÓN HUMANA A ACRILAMIDA

Los humanos pueden estar expuestos a la acrilamida por ingestión de comida o bebida, por fumar, por contacto de la piel, o por exposición a vapores o partículas en el trabajo. Los datos disponibles para caracterizar estas rutas son muy limitados. El consumo relativo de acrilamida de diferentes fuentes, se puede estimar midiendo los compuestos que se forman en la hemoglobina (se suelen usar como biomarcadores). (14)

Consumo diario:

- ✓ La FDA ha estimado un consumo de 0.43  $\mu\text{g}/\text{kg peso corporal}/\text{día}$ . Este dato es muy parecido al estimado por la Comisión europea, 0.5  $\mu\text{g}/\text{kg peso}/\text{día}$ .
- ✓ Basado en el recuento de compuestos en la hemoglobina, se estima que el consumo diario de un fumador de 20 cigarrillos diarios es de 0.85  $\mu\text{g}/\text{kg peso}/\text{día}$ .
- ✓ El consumo diario estimado por agua de bebida (ya que se suele usar la poliacrilamida para eliminar partículas en suspensión) es de 0.01  $\mu\text{g}/\text{kg peso}/\text{día}$  bebiendo 2 litros de agua.

## INGESTA DE ACRILAMIDA A TRAVÉS DE LA DIETA

La OMS y la Unión Europea han estimado una ingesta de acrilamida procedente de la dieta de entre 0,3 y 0,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal/día (2). En la red "Acrilamida Infonet" (7) también se han publicado varios estudios que estiman la Ingesta de acrilamida a través de la dieta, como se muestra en la **Tabla 5**.

**Tabla 3:** Ingesta de Acrilamida a través de la Dieta (7).

<b>Suiza</b>	
<b>Oficina Federal de Salud Pública (Dic. 2002)</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{kg peso corp}/\text{día}</math></b>
Desayuno	0,022 (8 %)
Comida	0,057(21 %)
Cena	0,061(22 %)
Snacks	0,037 (13%)
Café	0,100 (36 %)
<b>Total</b>	<b>0,277 (100 %)</b>

<b>Francia</b>	
<b>AFSSA (Jul. 2002)</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{kg peso corp}/\text{día}</math></b>
adultos (> 15 años)	0,55
Adultos altos consumidores	1,15
niños (2-14 años)	1,45
Niños altos consumidores	2,95

<b>Holanda</b>	
<b>Autoridad Alimentaria Holandesa (Dic. 2002)</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{kg peso corp}/\text{día}</math></b>
consumo medio	0,55

<b>Noruega</b>	
<b>Instituto Noruego para la Salud Pública (Dic. 2002)</b>	<b>µg/kg peso corp/día</b>
consumo medio (por café)	0,17
<b>Suecia</b>	
<b>Administración Nacional de Alimentos (Dic. 2002)</b>	<b>µg/persona/día</b>
consumo medio	35

El consumo medio referido por Suecia es 35 µg/persona/día, lo que para una persona de 70 kg sería de 0.50 µg/kg/día, valor muy similar al referido por Holanda.

Por otro lado, un estudio publicado posteriormente por la Autoridad de Seguridad Alimentaria Holandesa estima la ingesta media de Acrilamida en la población holandesa en en 0,48 µg/kg peso/día (17).

### 3.- MEDIOS DISPONIBLES PARA LA REDUCCIÓN DE ACRILAMIDA EN LOS ALIMENTOS

La mayoría de agencias de seguridad alimentaria, así como la OMS y la Comisión Europea, han elaborado un plan de acción en relación a la Acrilamida y han recomendado una serie de medidas, que se resumen a continuación (7,18,19,20):

- Introducir “cambios culturales” en la dieta: consumir una dieta saludable, equilibrada, variada y rica en frutas y verduras y moderar el consumo de alimentos grasos y fritos. No cocinar excesivamente los alimentos.
- Intensificar la investigación sobre este agente para que podamos conocer la magnitud real de sus efectos sobre la salud humana:
  - Análisis de alimentos no analizados aún.
  - Métodos analíticos más rápidos y baratos para poder ser utilizados en controles de rutina.
  - Metabolismo de la acrilamida en el organismo humano.
  - Estudios de toxicidad de acrilamida (carcinogenicidad).
  - Desarrollo de alternativas para reducir los niveles de acrilamida: cambios en la formulación, proceso u otras prácticas.

Según se avanza en las investigaciones sobre Acrilamida se van proponiendo otras actuaciones para reducir la formación del compuesto, tanto para productos a base de patata como a base de cereales como para el café, como se detalla a continuación:

#### Productos a base de patatas:

En relación a los productos a base de patata, el producto que mayor riesgo supone son las patatas fritas. Se han descrito muchos factores que pueden afectar al contenido final de Acrilamida en este producto (21).

#### ✓ **Bajos niveles de azúcares reductores**

- Selección de variedades: es factible seleccionar variedades de patatas con bajos niveles de azúcares reductores. Se ha considerado un máximo de 1g/kg de azúcares para

reducir significativamente la formación de Acrilamida. Estas variedades se usarán para freír y hornear, y la propia industria deberá identificarlas para su posterior venta. Es importante saber que a una misma variedad le afectan factores como la estación, el tipo de cultivo y las condiciones de almacenamiento.

- Escaldado/puesta en remojo: los niveles de azúcares se pueden reducir escaldando las patatas en agua templada o caliente o poniéndolas en remojo a temperatura ambiente antes de someterlas a fritura u horneado.
- pH: se ha visto que disminuyendo el pH de las patatas, por ejemplo con ácido cítrico, se forman más bajos niveles de Acrilamida. Por el contrario, esto puede agriar el sabor de la patata.
- Temperatura de almacenado: no se deben almacenar las patatas por debajo de los 8°C, ya que el almidón se convierte en azúcares reductores, por lo que aumenta el nivel de los mismos y con ello el de Acrilamida.

#### ✓ **Temperaturas de proceso**

Una forma de reducir la presencia de Acrilamida es evitar el tostado (color muy oscuro) del producto. Las temperaturas de cocción por encima de los 175 °C se ha visto que aumentan los niveles significativamente, por lo que no se debería pasar de los 170 °C. El no utilizar altas temperaturas puede, por el contrario, traer problemas de humedad y consistencia del producto.

#### ✓ **Niveles de asparagina**

La asparagina es un aminoácido muy importante de las patatas y no está nada claro si el control de sus niveles es factible. El uso de la enzima asparaginasa actúa interrumpiendo la interacción de los azúcares y la asparagina, pero no es un enzima de uso alimentario (se usa en el tratamiento de la leucemia) y por lo tanto no puede ser utilizado en alimentos.

### **Productos a base de cereales:**

En relación a los productos a base de cereales, también han sido descrito muchos factores que pueden afectar al contenido final de Acrilamida (**21**).

- ✓ **Temperaturas/tiempo de horneado:** se recomienda reducir tanto las temperaturas como el tiempo de horneado.
- ✓ **Niveles de asparagina:** hay cereales que tienen más asparagina que otros, por ejemplo, el centeno contiene más que el trigo y la avena, y éstos más que el arroz y el maíz. También, la molienda del grano puede afectar a la asparagina; niveles más altos de acrilamida resultan de harinas menos molidas y de panes más oscuros.
- ✓ **Bajos niveles de azúcares reductores:** los niveles de los azúcares que están presentes de forma natural en los cereales aparentemente son difíciles de eliminar. Además, su influencia en la formación de acrilamida está menos clara que en el caso de las patatas.
- ✓ **Uso de agentes espesantes:** el uso del bicarbonato amónico se ha visto que aumenta el potencial para la formación de acrilamida, ya que el amoniaco parece ser un factor determinante en la misma.

Aplicando estas medidas parece bastante evidente que los niveles de acrilamida puedan llegar a disminuir. Recientemente, la Asociación Alemana para la Industria de los Dulces (BDSI) ha comunicado que se ha llegado a reducir el contenido de acrilamida en dulces, galletas y otras “chucherías”, de media, un 10%. Los fabricantes de productos con contenidos de acrilamida especialmente elevados han sido advertidos para que modifiquen los correspondientes procesos de producción, ya que la clave está en la temperatura del proceso de producción y en la selección de la materia prima (21).

### **Café:**

La Acrilamida puede formarse en el proceso del tostado del café. El tostado es un proceso esencial para el café y los niveles de acrilamida en diferentes productos parecen no variar considerablemente. Hay pocos estudios en café y se necesitarían más sobre cómo reducir los niveles.

**En general, la clave para disminuir la formación de Acrilamida está en la selección de materias primas y en los cambios en el proceso.**

## **4.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

- 1.- Swedish National Food Administration. 24 Apr 2002. Acrylamide is formed during the preparation of food and occurs in many foodstuffs.  
[http://www.slv.se/templates/SLV\\_Page\\_6182.aspx](http://www.slv.se/templates/SLV_Page_6182.aspx)
- 2.- Report of a Joint FAO/WHO Consultation WHO Headquarters. Health Implications of Acrylamide in Food. Geneva, Switzerland, 25-27 June 2002.  
[http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/acrylamide\\_june2002/en/](http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/acrylamide_june2002/en/)
- 3.- Opinion of the Scientific Committee on Food on new findings regarding the presence of acrylamide in food. July 2002.  
[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf)
- 4.- Acrylamide Infonet <http://www.acrylamide-food.org/>
- 5.- Joint FAO/OMS Expert Committee on Food Additives. 64<sup>th</sup> meeting, Rome, 8-17 February 2005. [ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa64\\_summary.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa64_summary.pdf)
- 6.- Food Standards Agency Study of Acrylamide in Food. Background Information & Research Findings. May 2002.  
[http://www.food.gov.uk/safereating/acrylamide\\_branch/](http://www.food.gov.uk/safereating/acrylamide_branch/)
- 7.- Acrylamide in Food – Comment from the Food Safety Authority  
<http://www.fsai.ie/industry/acrylamide.htm>
- 8.- L. Castle. (1993) Determination of acrylamide monomer in mushrooms grown on polyacrylamide gel. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 41:1261-1263.
- 9.- Biedermann M, Biedermann-Brem S, Noti A, Grob K, Egli P, Mändli H. (2002) 9. Biedermann, Maurus; Biedermann-Brem, Sandra; Noti, Anja; Grob, Koni; Egli, Peter; Mandli, H. (2002) Two GC-MS methods for the analysis of acrylamide in foods. Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene, 93(6):638-652.
- 10.- Rosén J, Hellenäs K-E. (2002) Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry. Analyst, 127(7):880–882.
- 11.- Fauhl C, Klaffke H, Mathar W, Palvinskas R, Wittkowski R (2003) Acrylamide Interlaboratory Study 2002 Ergebnisbericht vom 10. 02. 2003. Report on Results 02-10-2003 C - Federal Institute for Risk Assessment (BfR).  
[http://www.bfr.bund.de/cm/208/acrylamide\\_interlaboratory\\_study\\_2002.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/208/acrylamide_interlaboratory_study_2002.pdf)
- 12.- Wenzl T, de la Calle B, Gatermann R, Hoenicke K, Ulberth F, Anklam E (2004) Evaluation of the results from an inter-laboratory comparison study of the determination

- of acrylamide in crispbread and butter cookies. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 379 (3):449-457.
- 13.- K. Hoenicke, R. Gatermann, W. Harder, L. Hartig. (2004) Analysis of acrylamide in different foodstuffs using liquid chromatography–tandem mass spectrometry and gas chromatography–tandem mass spectrometry. Analytica Chimica Acta, 520: 207–215.
  - 14.- US Department of Health and Human Services. NTP-CERHR: National Toxicology Program – Center for the evaluation of risks to human reproduction (June 2004) Expert Report on the reproductive and Developmental Toxicity of Acrylamide.  
[http://cerhr.niehs.nih.gov/news/acrylamide/final\\_report.pdf](http://cerhr.niehs.nih.gov/news/acrylamide/final_report.pdf)
  - 15.- Myron K (2003) Study shows Acrylamide in baked and fried foods does not increase risk of certain cancers in humans.  
<http://www.hsph.harvard.edu/press/releases/press01282003.html>
  - 16.- R.D. 1074/2002, de 18 de Octubre por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 259/2002 – 29 de Octubre.
  - 17.- Zhang Y, Zhang G, Zhang Y (2005) Occurrence and analytical methods of Acrylamide in heat-treated foods. Review and recent developments. Journal of Chromatography A, 1075: 1-21.
  - 18.- Assessment of acrylamide intake by duplicate diet study Swiss Federal Office of Public Health – December 2002  
<http://www.bag.admin.ch/verbrau/aktuell/d/DDS%20acrylamide%20preliminary%20communication.pdf>
  - 19.- FDA Draft Action Plan for Acrylamide in Food – September 2002 –  
<http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acryplan.html>
  - 20.- Acrylamide and Food – Health Canada [http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/cs-ipc/chha-edpcs/e\\_acrylamide\\_and\\_food.html](http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/cs-ipc/chha-edpcs/e_acrylamide_and_food.html)
  - 21.-Müller: Acrylamide minimization concept got off to a successful start. Verbraucherministerium <http://www.verbraucherministerium.de/>