

Los riesgos de la acrilamida

José Antonio Herrera Gavilán

Resumen— Numerosos estudios que confirman la presencia de acrilamida en determinados alimentos cocinados a altas temperaturas han causado una gran preocupación en todo el mundo. Esto se debe a que la acrilamida ha sido clasificada como posible carcinógeno en humanos por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. En la actualidad, los posibles riesgos y efectos que puede originar la ingesta de acrilamida siguen siendo una incógnita, puesto que se han realizado estudios que confirman el desarrollo de mutaciones genéticas y tumores en animales, pero estos resultados no pueden extrapolarse al ser humano.

Palabras Claves— Acrilamida, Reacción de Maillard, Asparagina, Glicidamida, Cáncer.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el debate sobre los posibles efectos cancerígenos que la acrilamida podría causar está abierto.

Desde que la Agencia de Seguridad Alimentaria de Suecia (*Swedish National Food Agency*) publicara en 2002 un estudio sobre la presencia de este compuesto en alimentos ricos en almidón cocinados a altas temperaturas, se han sucedido otros muchos estudios con el objetivo de esclarecer los procesos a partir de los cuales tiene lugar la formación de este compuesto y los riesgos que puede ocasionar en los seres humanos.

2. LA ACRILAMIDA

La acrilamida es una sustancia química comúnmente utilizada en la fabricación de colorantes, papel y otros productos industriales. Esta sustancia se crea de forma natural en algunos alimentos ricos en hidratos de carbono, tales como las patatas o el pan y en alimentos de uso cotidiano como el café, cuando se calientan a altas temperaturas (por encima de los 120°C) y en condiciones de baja humedad [1]. Cabe destacar que no solo los alimentos son una fuente de exposición de acrilamida, puesto que el humo del tabaco también lo es. A continuación, se puede observar la estructura de dicho compuesto (Fig 1).

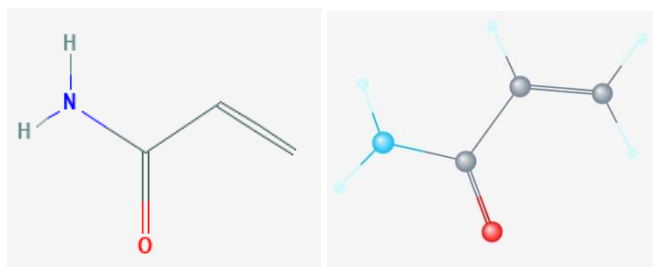


Fig. 1. Estructura de la acrilamida [12].

José Antonio Herrera Gavilán. Universidad Pablo de Olavide.

jahergav@alu.upo.es

El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado la acrilamida como un probable carcinógeno (sustancia capaz de originar cáncer o favorecer su aparición) en humanos, concretamente dentro del grupo 2A donde se encuentran sustancias con una alta probabilidad cancerígena como el glifosato, un herbicida que ha causado gran polémica en los últimos meses [2].

El proceso de formación de la acrilamida en los alimentos se produce mediante la denominada reacción de Maillard, un conjunto de reacciones químicas que tienen lugar cuando los alimentos son cocinados a altas temperaturas a través de procesos como la fritura, el horneado o el tostado, generando cambios en su composición y textura, y confiriendo a los alimentos un agradable olor, color y sabor [3], [4]. Cabe destacar que la reacción de Maillard no es el único mecanismo a través del cual se crea acrilamida, ya que existen muchos otros entre los que se encuentran la degradación del aceite de fritura o la descarboxilación de ácidos orgánicos comunes como el ácido cítrico o el ácido málico, este último, presente en vegetales, sobre todo en las frutas de sabor ácido como las uvas o las manzanas.

3. LA REACCIÓN DE MAILLARD

Se conoce como reacción de Maillard a un complejo conjunto de reacciones químicas en cadena que se producen entre el grupo amino de aminoácidos o péptidos y el grupo carbonilo de azúcares reductores (como por ejemplo la glucosa o fructosa) que se dan al calentar los alimentos, dando lugar a los denominados productos de la reacción de Maillard como pueden ser la pirralina o la pentosidina. Fue estudiada por primera vez por Louis-Camille Maillard en 1912 [5]. A continuación, se muestra el proceso de formación de algunos productos de la reacción de Maillard (Fig 2).

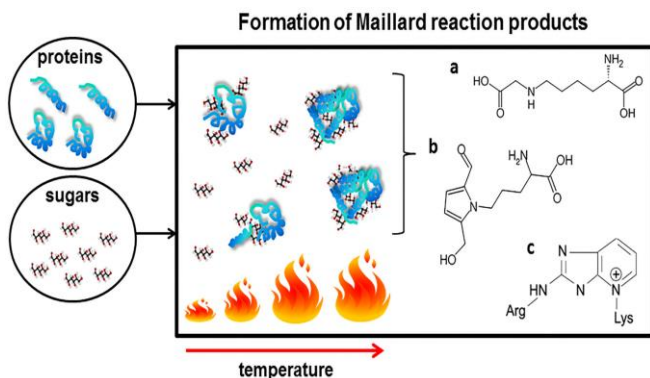


Fig 2. Reacción de Maillard y ejemplos de productos: pirralina (b) y pentosidina (c) [13].

Se le han atribuido a dicha reacción diversos cambios en las propiedades de los alimentos entre los que podemos encontrar cambios en la textura y el color, concretamente pardeamiento, producción de compuestos aromáticos y de compuestos bioactivos (tanto beneficiosos como tóxicos). La reacción de Maillard se ve favorecida con el aumento de la temperatura y se acelera al superar los 150°C. Es por este motivo por el cual un exceso en el cocinado de los alimentos conlleva a un mayor desarrollo de la reacción, lo que genera un gusto amargo en el paladar y origina compuestos tóxicos y/o mutagénicos entre los que se encuentra la acrilamida [6], [7], [8].

Como se ha comentado anteriormente, en la reacción de Maillard reaccionan azúcares y aminoácidos. En el caso de la acrilamida, los grupos carbonilo son aportados por azúcares reductores, mientras que los grupos amino proceden, en la mayoría de los casos, de un aminoácido en particular: la asparagina, aminoácido presente de forma natural en muchos alimentos (Fig 3). Un dato relevante es que los azúcares de cadena más corta presentan mayor reactividad que aquellos que presentan una cadena más larga, debido a que el grupo carbonilo se encuentra en mejor disposición para el ataque nucleófilo de asparagina.

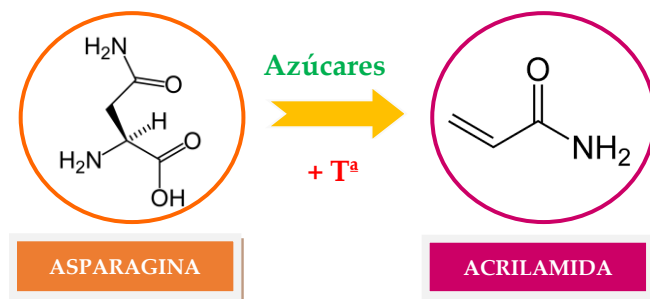


Fig 3. Formación de acrilamida a partir de asparagina. Elaboración propia.

4. RIESGOS

La exposición a acrilamida puede generar diversos efectos perjudiciales en la salud de los seres humanos. Entre las fuentes de exposición podemos encontrar los alimentos ricos en carbohidratos, el café o el humo del tabaco. A continuación, se muestra un gráfico en el que se representa la cantidad de acrilamida que contiene un kilogramo del alimento indicado (Fig 4).

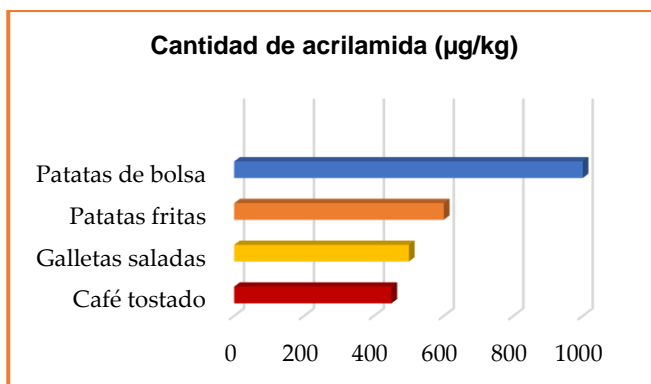


Fig. 4. Cantidad de acrilamida en algunos alimentos. Elaboración propia [14].

4.1. Efectos sobre el sistema nervioso

Estos efectos se han observado en trabajadores que han estado expuestos a la acrilamida tanto por vía cutánea como por inhalación. Las consecuencias de la exposición ocupacional para estos trabajadores han sido trastornos tanto del sistema nervioso central como de las terminaciones nerviosas.

4.2. Cáncer

Existen evidencias de estudios en animales que muestran que la acrilamida y su metabolito, la glicidamida, son genotóxicos y cancerígenos: dañan el ADN y pueden causar cáncer [9], [10], [11].

4.3. Situación actual

Hoy en día, se están llevando a cabo numerosos estudios con el objetivo de erradicar, o al menos reducir, la presencia de acrilamida en los alimentos y así evitar la aparición de la glicidamida, uno de los principales metabolitos resultantes de la ingesta de acrilamida. En los estudios realizados, los animales de laboratorio expuestos oralmente a esta sustancia tienen mayor probabilidad de desarrollar mutaciones genéticas y tumores. Según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), la glicidamida sería la causa más probable de estos efectos adversos en los animales. En la actualidad no está claro que estos resultados pueden extrapolarse al ser humano, de ahí a que el compuesto haya sido clasificado como posible carcinógeno [10].

5. CONCLUSIONES

Numerosos estudios nos permiten concluir que la acrilamida se puede formar en determinados alimentos, especialmente en aquellos ricos en hidratos de carbono, y que son cocinados a altas temperaturas. Aunque ciertos estudios han demostrado que la exposición a acrilamida puede producir neurotoxicidad en seres humanos, otros efectos como la carcinogénesis sólo se han podido confirmar en animales.

Por el momento, la única recomendación para intentar mitigar la exposición a acrilamida es seguir una dieta equilibrada y saludable, evitando el consumo de alimentos muy fritos, tostados o asados, puesto que no hay evidencia científica suficiente sobre una ingesta diaria tolerable (TDI) de acrilamida en alimentos. Los estudios realizados hasta el momento no son concluyentes para confirmar la existencia de riesgo real para el ser humano, por lo que deben continuar las investigaciones para poder confirmar o refutar la relación entre la exposición a acrilamida y el riesgo de cáncer.

REFERENCIAS

- [1] Web de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). <http://www.aecosan.msssi.gob.es>
- [2] Web de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). <https://www.efsa.europa.eu/>
- [3] Web del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), <https://www.iarc.fr/>
- [4] Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), "Acrylamide Questions and Answers", <https://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/ChemicalContaminants/ucm053569.htm#3>, 2016.
- [5] Fayle, S.E.; Gerrard, J.A., *La reacción de Maillard*. Zaragoza: Acribia, 2005.
- [6] Instituto Nacional del Cáncer, "Acrilamida y el riesgo de cáncer", <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/dieta/hoja-informativa-acrilamida>, 2017.
- [7] Mottram, D.S., Wedzicha, B.L. & Dodson, A.T. "Acrylamide is formed in the Maillard Reaction". *Nature*, vol 419(6906), pp 448-449, 2002, doi:10.1038/419448a.
- [8] Stadler, R.H., Blank I., Varga N., et al. "Acrylamide from Maillard reaction products". *Nature*, vol 419(6906): pp 449-450, 2002, doi:10.1038/419449a.
- [9] Pingot, D., Pyrzanowski, K., Michałowicz, J., & Bukowska, B. "Toxicity of acrylamide and its metabolite-glycidamide". *Medycyna Pracy*, vol 64(2), pp 259,271, 2013. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23829070>
- [10] Food Standards Agency (FSA), "Potencial health effects of acrylamide", <https://www.food.gov.uk/safety-hygiene/acrylamide>, 2018.
- [11] Besaratinia, A., & Pfeifer, G. P., "DNA adduction and mutagenic properties of acrylamide". *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, vol 580(1-2), pp 31-40. doi: 10.1016/j.mrgentox.2004.10.011
- [12] Web de PubChem. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acrylamide>
- [13] Teodorowicz M., van Neerven J. & Savelkoul H. "Food Processing: The Influence of the Maillard Reaction on Immunogenicity and Allergenicity of Food Proteins". *Nutrients*, 2017, doi: 10.3390/nu9080835.
- [14] Web de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/acrylamide>



José Antonio Herrera Gavilán, es actualmente estudiante del primer curso del Grado de Biotecnología en la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla).