

4. ECONOMÍA Y POLÍTICA

¿AGES EN LOS ALIMENTOS?

Sarahi Jaramillo Ortiz¹, Frederic J. Tessier², Michael Howsam³

¹Estudiante de Postdoctorado en la Facultad de Medicina de la Universidad de Lille, Fr.
²Profesor Investigador en la Facultad de Medicina de la Universidad de Lille, Fr. ³Ingeniero de Investigación en la Facultad de Medicina de la Universidad de Lille, Fr.

Contacto: sarahi.jaramilloortiz@univ-lille.fr

Palabras clave: Reacción de Maillard, preparación de alimentos, AGES, diabetes.

Introducción

En 1912, el científico francés Louis-Camille Maillard observó el oscurecimiento de una mezcla de proteínas y azúcares, esta reacción se conoció como reacción de Maillard y fue originalmente empleada para explicar el color marrón dorado de alimentos cocinados a altas temperaturas, asociados con cambios en el sabor, color, aroma y textura (1). Años más tarde, en 1981 se descubrió que esta reacción también ocurre *in vivo* y ahora la conocemos como reacción de glicación que ocurre entre proteínas y azúcares reductores como glucosa. A través de esta reacción, se forma un gran número de moléculas llamadas productos finales de glicación avanzada (AGEs, por sus siglas en inglés), entre las cuales se destaca carboximetil-lisina (CML) pues es el AGE más abundante *in vivo* y fue el primero en ser identificado en alimentos (2,3).

Con el envejecimiento, los AGEs se van acumulando en órganos y tejidos como el colágeno de la piel o el cristalino del ojo; también se pueden encontrar en biofluidos como sangre y orina. Hoy en día, se sabe que existen fuentes endógenas y exógenas que contribuyen a la acumulación de estos productos dentro del cuerpo humano. Los AGEs endógenos se forman de manera natural con el envejecimiento en condiciones fisiológicas normales, sin embargo, en situaciones de hiperglucemia y/o estrés oxidativo los niveles se elevan (2,3). Por otro lado, los AGEs exógenos, también llamados dietéticos, provienen de los alimentos y se generan durante el procesamiento industrial o simplemente cuando los cocinamos (4).

La acumulación de AGEs aumenta el estrés oxidativo y desencadena procesos de inflamación que dañan la función normal de las proteínas alterando la estructura de los tejidos y/o actividad biológica (2,4,5). El exceso de AGEs en el cuerpo aceleran los

procesos de envejecimiento y se han asociado con la patogénesis de varias enfermedades crónico-degenerativas, por ejemplo, diabetes y sus complicaciones, trastornos metabólicos, enfermedades renales y neurodegenerativas como Alzheimer y Parkinson (3,6). Algunos autores indican que la contribución de los AGEs ingeridos a través de los alimentos es mayor a la de los AGEs generados endógenamente en el organismo humano (1,4,7). Por eso es tan importante prestar atención a los alimentos que se ingieren y la forma en que se cocinan.

Formación de AGEs en alimentos

La dieta moderna incluye alimentos altamente procesados, ricos en proteínas y carbohidratos, elementos que promueven la formación de AGEs. La diversidad y cantidad de AGEs en alimentos depende de su composición y las condiciones del tratamiento culinario al que son sometidos; tratamientos térmicos que se emplean para mejorar el sabor, textura, apariencia, conservación y mantener la seguridad de los productos alimentarios generan gran cantidad de AGEs (3,4). Los factores que afectan la reacción de glicación en alimentos incluyen la composición nutricional, temperatura y tiempo de tratamientos térmicos, contenido de agua, pH, presencia de metales de transición, disponibilidad de antioxidantes y las condiciones bajo las cuales son almacenados (3,5,7).

Los alimentos sometidos a procesos térmicos con cantidades importantes de proteínas tienen altos niveles de AGEs. Investigadores de la Universidad de Guanajuato y colaboradores en 2018 encontraron mayor cantidad de CML en productos cárnicos cocinados comparado con productos de granos (tortilla de maíz y de harina), frutas y verduras en un grupo de 20 alimentos consumidos típicamente en México (8).

El tratamiento que se le da a los alimentos cuando se cocinan, afecta sustancialmente el contenido final de AGEs. Elegir asar a la parrilla, cocinar a la plancha, hornear, freír, hervir, escalfar, o cocinar al vapor los alimentos producirá diferentes cantidades de AGEs; una porción de pollo asada tendrá niveles más altos de AGEs comparado con la misma porción de pollo hervida (8). En los últimos años han surgido en la industria alimentaria novedosas tecnologías para el procesamiento de alimentos como por ejemplo las freidoras de aire caliente en las que se emplea una menor cantidad de aceite comparado con la técnica tradicional de sumergir los alimentos por completo en

aceite. Es necesario evaluar los productos de glicación que se forman en alimentos que hayan recibido estos nuevos tratamientos culinarios.

Los procesos térmicos industriales, contribuyen significativamente a la formación de AGEs en los alimentos. Un claro ejemplo es la leche, el contenido de los productos de glicación cambia cuando se somete a diferentes tratamientos. De esta forma, los niveles de AGEs se verán afectados en el siguiente orden: leche cruda < leche pasteurizada < leche esterilizada < leche condensada < leche evaporada. Además, el efecto se potencia si se adicionan otros elementos como azúcar o chocolate, como en el caso de leche condensada azucarada o bebidas de leche sabor chocolate (3,6,9).

Sucede el mismo efecto cuando se cocina a altas temperaturas por un largo tiempo, se han encontrado una mayor cantidad de AGEs en bistec asado a la parrilla durante 8 minutos comparado con bistec asado a la parrilla por sólo 4 minutos (8).

La reacción de glicación que conduce a la formación de AGEs ocurre más lentamente a pH ácido; así que aliñar o marinar los alimentos con jugo de limón o vinagre, puede ayudar a disminuir la cantidad de AGEs (5).

Además, cuando los alimentos se cocinan con niveles de humedad altos, la temperatura que se mantiene es mucho menor que la temperatura observada cuando los alimentos son asados a la parrilla o fritos, lo cual se refleja en alimentos con una cantidad más baja de AGEs. La carne guisada o cocinada al vapor, que mantiene la humedad de los alimentos durante la cocción, genera muchos menos AGEs que si se asa o se fríe (4,7).

También es necesario prestar atención al material de los utensilios que se emplean al cocinar, pues la presencia de metales como hierro y cobre afecta la reacción formación de AGEs, aunque es necesario llevar a cabo más investigaciones que permitan evaluar estos detalles (2,4).

Finalmente, las condiciones de almacenamiento de los alimentos, es decir, el tiempo y temperatura a la que se mantienen los alimentos una vez procesados también afectan el contenido de AGEs. Alimentos procesados comercialmente, como mezclas secas, carnes o sopas enlatadas, que contienen grandes cantidades de proteínas y carbohidratos que continúan reaccionando durante su almacenamiento (2). En resumen, teniendo en cuenta todos estos factores resulta que la forma de cocinar los alimentos

parece ser el factor más importante a considerar con el fin de disminuir la ingesta de AGEs.

Niveles de AGEs en alimentos

La caracterización y cuantificación de los AGEs en diferentes muestras ha sido una tarea importante, se han publicado dos bases de datos principales con el contenido de CML y otros productos relacionados, evaluados mediante métodos instrumentales, en una amplia gama de alimentos (6,10). También existe una base de datos creada a partir de la recopilación de resultados publicados por investigadores empleando métodos analíticos; esta lista se encuentra disponible en el sitio de internet de la Universidad Técnica de Dresde, Alemania (<https://lemchem.file3.wcms.tu-dresden.de//start.php>). Estas bases de datos son útiles para medir la ingesta diaria de AGEs y diseñar dietas bajas en estos productos, de gran interés especialmente en personas con diabetes y enfermedades renales.

Los alimentos que contienen los más altos niveles de AGEs son los que han sido expuestos al calor por largo tiempo, entre ellos se incluyen los alimentos tratados industrialmente, bollería, galletas, productos que contienen chocolate, alimentos elaborados con granos como barras de cereal, leche condensada y evaporada, carnes procesadas a altas temperaturas, como la carne roja y carnes enlatadas. Alimentos sin tratar o solo por un periodo de tratamiento térmico corto, con un bajo contenido de proteínas y/o carbohidratos y alto contenido de agua contienen los niveles más bajos de AGEs; entre ellos se encuentran el café, frutas y verduras, mantequilla, aceite de oliva y vino tinto (3,6).

Cómo disminuir la ingesta de AGEs

Regular los niveles de AGE en los alimentos es muy importante para mantener la salud y prevenir enfermedades. La inhibición de la formación de AGEs durante la elaboración de los alimentos y la reducción de su ingesta a través de una dieta saludable, son dos formas eficaces de reducir la acumulación de AGEs en el cuerpo (3). Adicionalmente, se ha explorado el efecto antiglicante de extractos botánicos ricos en compuestos polifenólicos que incluso han arrojado mejores resultados que los obtenidos por compuestos sintéticos, entre ellos aminoguanidina, pero las investigaciones relacionadas fueron abandonadas debido a los efectos adversos en humanos. Son

alimentos ricos en polifenoles el aceite de oliva, soya, frijoles, lentejas, uvas, higos y frutos rojos, diversas plantas y especias (clavo, canela, menta, albahaca, orégano, manzanilla, romero, perejil) (3-5).

Conclusión

La acumulación de AGEs en el cuerpo se han relacionado con enfermedades crónicas, los niveles se pueden disminuir con una dieta baja en AGEs que podría incluir verduras y frutas frescas, bebidas naturales sin azúcares añadidos y preferir cocinar los alimentos preparados al vapor, escalfados o guisados a baja temperatura. Es importante reducir la ingesta de alimentos que hayan recibido un tratamiento térmico prolongado a altas temperaturas ya sea industrialmente o durante la preparación casera de estos.

Referencias:

1. Hellwig M, Henle T. Baking, Ageing, Diabetes: A Short History of the Maillard Reaction. *Angew Chemie - Int Ed.* 2014;53(39):10316-29.
2. Poulsen MW, Hedegaard R V, Andersen JM, de Courten B, Bügel S, Nielsen J, et al. Advanced glycation endproducts in food and their effects on health. *Food Chem Toxicol.* 2013 Oct;60:10-37.
3. Zhang Q, Wang Y, Fu L. Dietary advanced glycation end-products: Perspectives linking food processing with health implications. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2020;19(5):2559-87.
4. del Castillo MD, Iriondo-DeHond A, Iriondo-DeHond M, Gonzalez I, Medrano A, Filip R, et al. Healthy eating recommendations: good for reducing dietary contribution to the body's advanced glycation/lipoxidation end products pool? *Nutr Res Rev.* 2020;1-16.
5. Uribarri J, Dolores M, Pía M, Maza D, Filip R, Gugliucci A, et al. Dietary Advanced Glycation End Products and Their Role in Health and Disease. *Adv Nutr.* 2015;6(4):461-73.
6. Scheijen JLJM, Clevers E, Engelen L, Dagnelie PC, Brouns F, Stehouwer CDA, et al. Analysis of advanced glycation endproducts in selected food items by ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry: Presentation of a dietary AGE database. *Food Chem.* 2016;190:1145-50.
7. Nowotny K, Schröter D, Schreiner M, Grune T. Dietary advanced glycation end products and their relevance for human health. *Ageing Res Rev.* 2018;47(June):55-66.
8. Gómez-Ojeda A, Jaramillo-Ortiz S, Wrobel K, Wrobel K, Barbosa-Sabanero G, Luevano-Contreras C, et al. Comparative evaluation of three different ELISA assays and HPLC-ESI-ITMS/MS for the analysis of N ϵ -carboxymethyl lysine in food samples. *Food Chem.* 2018;243:11-8.
9. Niquet-Léridon C, Tessier FJ. Quantification of N ϵ -carboxymethyl-lysine in selected chocolate-flavoured drink mixes using high-performance liquid chromatography-linear ion trap tandem mass spectrometry. *Food Chem.* 2011;126(2):655-63.
10. Hull GLJ, Woodside J V., Ames JM, Cuskelly GJ. N ϵ -(carboxymethyl)lysine content of foods commonly consumed in a Western style diet. *Food Chem.* 2012 Mar;131(1):170-4.