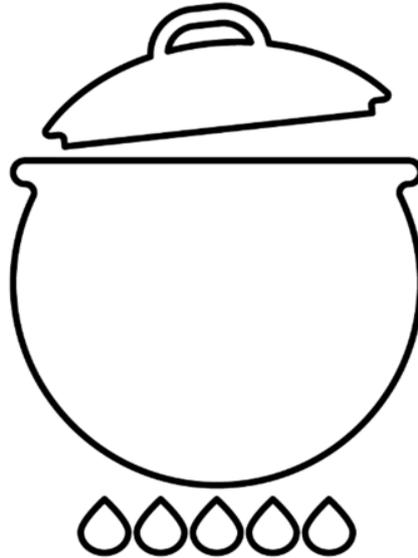




**REVISTA
de GASTRONOMÍA
y COCINA**



Artículo de revisión

Materiales usados en fabricación de utensilios de cocina y sus efectos tóxicos en la salud humana

Materials used in cooking utensil manufacturing and their toxic effects on human health

 Odalis Cevallos Santacruz*,  Miriam Coral,  Jazmín Quilumbaqui,  Iván Galarza

Universidad Técnica del Norte FACAE

* Correspondencia ojcevalloss@utn.edu.ec

Recibido: 1 de febrero 2024. Aceptado: 24 de febrero 2024

Publicado en línea: 25 de marzo 2024, Volumen 3 número 1

doi: 10.5281/zenodo.10858961



Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar los posibles efectos tóxicos de los metales con los que se fabrican los utensilios de cocina y su efecto en la salud humana al preparar los alimentos. Se usó un enfoque cualitativo de corte descriptivo usando una revisión sistemática para generar datos que permitieran responder a los objetivos. Los resultados muestran que el acero inoxidable y el hierro fundido se encuentran entre los materiales más adecuados para aplicar diversas técnicas culinarias debido a sus propiedades de conductividad y menor contenido de metales tóxicos en su composición, mientras que el aluminio es el menos recomendado ya que libera metales tóxicos durante la cocción. Este trabajo no estudió cómo se produce la liberación de metales tóxicos a los alimentos al momento de cocinar, ya que este enfoque requiere de un análisis experimental más detallado. Este estudio ofrece información para futuras investigaciones, y contribuye con información para la toma de decisiones al momento de adquirir y usar utensilios seguros para preparar los alimentos.

Palabras clave: Materiales, Utensilios, Tóxicos, Salud Humana, Cocina.

Abstract

The aim of this study was to analyze the possible toxic effects of metals in cookware and their impact on human health during food preparation. A qualitative descriptive approach using a systematic review was used to generate data to answer the objectives. The results show that stainless steel and cast iron are among the most suitable materials for different cooking techniques due to their conductivity properties and lower content of toxic metals in their composition, while aluminum is the least recommended because it releases toxic metals during cooking. This work did not investigate how the release of toxic metals into food occurs during cooking, as this approach requires more detailed experimental analysis. This study provides information for future research and contributes to decision making in the purchase and use of safe utensils for food preparation.

Keywords: Materials, Utensils, Toxics, Human Health, Kitchen.



Este trabajo trata sobre los materiales de los que se fabrican los utensilios de cocina y los metales pesados que se liberan al cocinar los alimentos, que al consumirse en grandes cantidades pueden causar problemas a la salud humana.

Se conoce como metales pesados a aquellos elementos químicos que presentan densidades atómicas relativamente altas los cuales causan problemas en la salud humana y al medioambiente (Saif Ali Sultán et al., 2023).

Cuando los materiales entran en contacto con alimentos ácidos o alcalinos (pH menor a 7 y mayor a 7 respectivamente), pueden producirse reacciones químicas que liberan partículas de sus elementos, y el desgaste por el uso

repetido unido a la exposición a altas temperaturas pueden contribuir a liberar metales tóxicos en los alimentos (Koo et al., 2020).

Los materiales en contacto con alimentos se utilizan para la manipulación de los alimentos durante todas sus etapas de producción hasta llegar a los consumidores: compra, recepción, almacén, producción y servicio de alimentos (Geueke et al., 2014). “Se pueden utilizar diferentes materiales para fabricar los utensilios de cocina, como cobre, aluminio, revestimientos antiadherentes sobre aluminio o hierro, acero negro al carbono, acero inoxidable, cerámica, vidrio, plásticos y silicona” (Moura et al., 2023, p. 1).

Se han realizado varios estudios como por ejemplo el de Banavi et al. (2020) donde demuestra que los distintos



metales tóxicos liberados del material de utensilios de cocina causan varios problemas de salud en las personas.

Según Ali Sultán et al., p. (2023, p. 2) "La lixiviación o liberación de metales nutricionalmente esenciales y tóxicos en grandes cantidades durante la cocción conduce a la contaminación de los alimentos y, por lo tanto, plantea un grave riesgo para la salud de la sociedad". El artículo de Lomolino et al. (2016) informa que se deben realizar más experimentos para comprender la interacción entre los alimentos y los materiales de cocina y la concentración final de metales en el producto procesado.

Sobre estos argumentos el problema a tratar en este trabajo es ¿Qué metales usados en materiales de utensilios de cocina tienen efectos tóxicos en la salud humana al preparar los alimentos?

Los objetivos de esta investigación son: revisar los metales utilizados en la fabricación de materiales para utensilios de cocina, identificar los efectos tóxicos de estos metales en la salud humana y determinar que materiales son más recomendados al usar algunas técnicas de cocina.

Este trabajo se organiza de la siguiente forma, en el primer apartado se enuncia un marco teórico sobre los materiales con los que se fabrican los utensilios de cocina y los metales tóxicos que liberan. En la segunda sección se describe la metodología de la revisión sistemática usada. En la tercera parte se presentan los resultados de los tres objetivos y finalmente se discuten y concluye con los resultados

Marco Teórico

Los utensilios de cocina son herramientas que se utilizan para preparar, cocinar y servir alimentos. Estos instrumentos facilitan las tareas culinarias, permitiendo realizar

diferentes técnicas como cortar, mezclar, remover, freír, hornear, entre otras.

Los utensilios de cocina son una posible fuente de contaminación de los alimentos, porque las sustancias químicas pueden migrar del material a los alimentos que se van a consumir.

La composición y la cantidad de metales tóxicos que se filtran a los alimentos mediante la cocción son uno de los principales factores que se evalúa en la salubridad de los tipos de utensilios de cocina, ya que la liberación de esos metales tóxicos durante la cocción puede provocar graves problemas de salud, como cáncer, trastornos cardiovasculares, gastrointestinales y respiratorios (Ali Sultan et al., 2023).

Actualmente existen varios utensilios de cocina de diferentes materiales como aluminio, hierro y acero inoxidable, la condición y material de las ollas que están en contacto con los alimentos están vinculados con la seguridad alimentaria de las personas.

Para este estudio se analizaron algunos metales pesados presentes en utensilios de cocina como el aluminio, acero inoxidable, cobre y hierro fundido y sus efectos tóxicos.

El aluminio es uno de los elementos más utilizados para elaborar utensilios de cocina en ollas y sartenes por su capacidad de conducir el calor y, al ser más económico, se vuelve una opción más accesible. El acero inoxidable es más termoestable y duradero que otros materiales, el cobre es más usado en los negocios que en los hogares debido a su mayor durabilidad y resistencia al calor. (Ali Sultán et al., 2023).



El hierro fundido por su lado, debido a que es un metal denso y grueso proporciona un calentamiento alto y uniforme, retiene el calor después de apagar el elemento lo que es un buen atributo para cocinar a fuego lento y mantener los alimentos calientes durante más tiempo (Okunola A Alabi & Adeoluwa, 2020).

Metodología

Este estudio se basa en un diseño de revisión sistemática cualitativa de corte descriptivo que busca analizar acerca de los materiales usados en los utensilios de cocina y sus efectos tóxicos en la salud humana. La revisión sistemática RS es una forma de investigación que recopila y proporciona un resumen sobre un tema específico, responde a una pregunta de investigación y a un diseño preestablecido. La RS puede clasificarse en varios tipos: describir, ampliar, criticar; en este estudio se usó con el objetivo de describir los resultados (Aguilera Eguía, 2014; Xiao & Watson, 2019).

Para la recolección de datos se utilizó el marco de revisiones sistematizadas en Ciencias Humanas y Sociales (Resiste-CHS) planteado por Codina (2020), el cual adopta el marco SALSA (Search, Appraisal, Synthesis, Analysis) centrado en la búsqueda y evaluación de las fases principales de la Investigación.

Se analizó la base de datos Dimensions con las palabras “materiales de cocina y sus efectos tóxicos en la salud” tomando como criterios de inclusión los artículos que estudiaron sobre la relación de los materiales de utensilios de cocina con sus efectos en la salud humana de los últimos diez años de estudio, excluyendo aquellos que no estaban relacionados con el tema. Se obtuvo una muestra de 40 artículos relacionada con los objetivos de este estudio;

después de hacer una lectura minuciosa de estos artículos, la muestra final fue de 16.

Posterior a ello se realizó una matriz de revisión la literatura para sintetizar los temas más importantes acordados al tema, la matriz contempló los siguientes temas: materiales, metales, efectos y la ingesta semanal tolerable para cada metal.

Los temas analizados y planteados en la matriz de revisión ayudaron a identificar los materiales más usados en los utensilios de cocina, los metales pesados con los cuales estaban fabricados los utensilios de cocina, los efectos tóxicos de cada metal en la salud humana, la ingesta máxima de metales recomendada por instituciones como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación como FAO y la Organización mundial de la salud OMS; finalmente las matrices de revisión permitieron determinar los utensilios más adecuados al momento de usar distintas técnicas de cocción.

Resultados

Los resultados de este estudio se obtuvieron del análisis de la matriz elaborada a partir de la información obtenida de trabajos anteriores, ésta matriz fue dividida en tres secciones importantes para responder a los objetivos de este artículo.

En la tabla 1 se muestran los metales usados en la fabricación de materiales para utensilios de cocina, principalmente aluminio, acero inoxidable, cobre y hierro fundido; se encontró que los utensilios no solo se elaboran con el metal base del material al que se alude, sino que se fabrican con otros metales pesados. Un metal pesado es un elemento químico que tiene una alta densidad y, en algunos casos, toxicidad para los seres humanos. No existe



una definición única y precisa de "metal pesado", ya que la clasificación puede variar según diferentes criterios: densidad, peso atómico, toxicidad.

De estos materiales, el aluminio y acero inoxidable contienen más metales en su composición en comparación con el cobre y hierro fundido.

Tabla 1 Metales usados en la fabricación de materiales de aluminio, acero inoxidable, cobre y hierro fundido para utensilios de cocina.

Tipo de material	Metales utilizados en su fabricación
Aluminio	Al, Fe, Pb, Cr, Ni, Cu, K, Zn, Ca, Mn, V, Bi, Tb y Sn.
Acero inoxidable	Fe, Cr, Mn, Ni, Cu, V, Bi, Se y Ca.
Cobre	Cu, Ni, Sn, Fe y Ag.
Hierro fundido	As, Cd, Ni, Pb, Cr, Fe

Fuente: Elaboración propia, tomada de los artículos de (Ali Sultán et al., 2023; Lomolino et al., 2016)

Nota: Símbolos de los elementos químicos: Aluminio (Al), Hierro (Fe), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Potasio (K), Zinc (Zn), Calcio (Ca), Manganeso (Mn), Vanadio (V), Bismuto (Bi), Selenio (Se), Terbio (Tb) y Estaño (Sn).

La tabla 2 muestra los posibles efectos tóxicos de cinco metales pesados en la salud humana y la ingesta máxima recomendada por la FAO/OMS citada en los artículos de revisión, lo que muestra que estos metales provocan enfermedades en las personas al consumir los alimentos

preparados en estos utensilios. Sin embargo, el aluminio y el estaño presentan mayor cantidad de ingesta semanal tolerable en comparación con los demás metales.

Tabla 2 Efectos tóxicos de Al, Fe, Cu, Pb, Sn y Ni en la salud humana con la cantidad máxima recomendada en su ingesta.

Metales pesados	Efectos en la salud humana	Ingesta semanal tolerable según FAO/OMS en mg/kg.
-----------------	----------------------------	---



Al (aluminio)	Enfermedades cerebrales, sanguíneas, óseas, anemia, Alzheimer y cáncer.	2 mg/kg (Saenboonruang, 2018)
Fe (hierro)	Causa radical libre y estrés oxidativo.	0,8 mg/kg (Wu et al., 2021)
Cu (cobre)	Vómitos, náuseas, enfermedad renal, diarrea, afecta al hígado, riñones, enfermedad de Wilson y efectos gastrointestinales.	0,9 mg/kg (Banavi et al., 2020)
Pb (plomo)	Presión arterial alta, trastornos del comportamiento, enfermedades cardiovasculares, desarrollo intelectual y muerte prematura.	0,023 mg/kg (Ali Sultán et al., 2023)
Ni (níquel)	Reacciones cutáneas, alérgicas, dermatitis sistémica, carcinoma humano, fibrosis pulmonar, daños en el ADN.	0,0028 mg/kg (Ali Sultán et al., 2023)
Sn (estaño)	Puede causar reacciones alérgicas en el cuerpo.	14 mg/kg (Banavi et al., 2020)

Fuente: Elaboración propia, tomando datos de (Ali Sultán et al., 2023; Banavi et al., 2020; Moura et al., 2023; Saenboonruang, 2018; Stahl et al., 2018; Valadez-Vega et al., 2011)

Nota: Las ingestas máximas recomendadas fueron tomadas de los artículos en donde citan a la organización conjunta de la FAO/OMS.

La tabla 3 muestra los materiales de utensilios de cocina recomendados en cada tipo de técnica de cocción de los alimentos, y se observa que las ollas de acero inoxidable y hierro fundido son las más utilizadas en la mayoría de

las técnicas de cocción, y se utilizan otras opciones en remplazo del papel aluminio en el horneado de los alimentos.

Tabla 3 Material adecuado en distintas técnicas de cocción.



Técnicas de cocción	Material adecuado para la preparación	Referencias
Salteado	Sartén o wok de acero inoxidable.	(Mazinanian et al., 2015)
Hervido por varias horas	Olla de cocción lenta de hierro fundido, olla de cocción a fuego lento (Dutch oven), olla de acero inoxidable de alta calidad.	(Bejarano Roncancio Jhon Jairo; Suárez Latorre Lina María, 2015)
Estofado	Olla de hierro fundido, olla de acero inoxidable, olla de cobre forrada con acero inoxidable, olla de titanio.	(Saif Ali Ali Sultán et al., 2023)
Fritura	Acero inoxidable, hierro fundido, acero al carbono.	(Mazinanian et al., 2015)
Cocción al vapor	Acero inoxidable, silicona de grado alimenticio, vidrio.	(Valadez-Vega et al., 2011)
Horneado	Papel para hornear es el papel parafinado, papel vegetal o sulfurado.	(Fermo et al., 2020)

Fuente: Elaboración propia tomando información de los artículos de (Ali Sultán et al., 2023; Bejarano Roncancio & Suárez Latorre, 2015; Fermo et al., 2020; Mazinanian et al., 2015; Valadez-Vega et al., 2011)

Nota: Las técnicas de cocción de la tabla son las que mayormente se utilizan al preparar los alimentos.

Discusión

Los resultados muestran que los materiales usados en utensilios de cocina se fabrican con la aleación de varios

metales entre ellos el aluminio, plomo, hierro, cobre, níquel y estaño (Al, Pb, Fe, Cu, Ni y Sn), el aluminio es el material que se fusiona con otros metales para la elaboración de equipos de cocina, en comparación con el cobre



y hierro fundido. La revisión sistémica indica que los metales pesados y tóxicos son un problema en la salud humana y causan varias enfermedades. El níquel y el plomo tienen menor cantidad tolerable de ingesta semanal que los demás metales. Dicho con otras palabras, el cuerpo humano puede tolerar una cantidad mayor de aluminio antes de que se presenten efectos adversos a la salud, en comparación con el níquel y el plomo.

Los utensilios de cocina fabricados con acero inoxidable y hierro fundido están entre los más adecuados para preparar los alimentos con distintas técnicas de cocción, los resultados muestran que también son recomendados usar equipos fabricados con materiales como el cobre forrado con acero inoxidable, acero al carbono y vidrio (Mazinanian et al., 2015; Saif Ali Ali Sultán et al., 2023; Valadez-Vega et al., 2011).

Debido a la toxicidad del aluminio en materiales de cocina, Fermo et al. (2020) recomiendan otras opciones en lugar del papel aluminio para hornear alimentos entre ellos están el papel de cocina parafinado o vegetal.

La composición del material de origen utilizado en la fabricación de utensilios de cocina es un factor determinante sobre la cantidad de metales tóxicos presentes y liberados en los utensilios de cocina (Weidenhamer et al., 2017).

Un estudio de Banavi et al. (2020) demuestra que la liberación de la mayoría de los metales aumenta con el tiempo de cocción con simuladores ácidos, neutros y alcalinos en ollas de cobre. “La toxicidad de los metales pesados depende de la dosis absorbida, la vía de exposición y la duración de la exposición ya sea aguda o crónica”. (Jaishankar et al., 2014, p. 1)

Para determinar de qué metales estaban elaborados los utensilios, algunos estudios utilizaron un análisis XRF, los cuales encontraron metales tóxicos en materiales de aluminio, acero inoxidable, cobre y hierro fundido (Saif Ali Sultán et al., 2023; Wu et al., 2021).

Varios estudios han determinado los posibles efectos tóxicos de los materiales con los que están elaborados los utensilios. Por ejemplo, al simular experimentos usando diferentes tipos de ollas en una mezcla con alimentos ácidos, grasos y alcalinos, unido a otros factores como temperatura y tiempo de cocción, los resultados muestran la liberación de metales tóxicos (Dong et al., 2015; Koo et al., 2020; Mazinanian et al., 2015; Wu et al., 2021).

El aluminio es el material usado en utensilios de cocina que causa más efectos tóxicos en la salud humana debido a que está fabricado con metales pesados y esto podría causar enfermedades como Alzheimer, anemia, enfermedades cardiovasculares y cáncer a través de la ingesta en grandes cantidades (Alabi et al., 2020). Sin embargo, Weidenhamer et al. (2017) recomiendan opciones relativamente seguras de utensilios de aluminio recubiertos con esmaltes o tratamientos de anodización (superficies resistentes) que podrían ser efectivos para minimizar la liberación de metales pesados de utensilios de cocina.

Estos estudios confirman que los materiales de utensilios de cocina causan efectos tóxicos en la salud humana, ya que se fabrican con metales pesados que se liberan a los alimentos mediante distintas técnicas de cocción.

Sobre la base de esta revisión sistemática, sería importante profundizar otros temas como: ¿Cuáles son los materiales complementarios con los que están fabricados los utensilios básicos de cocina? ¿Cuáles son las regulaciones



país respecto a los materiales autorizados en la fabricación de utensilios y equipos de cocina? ¿El material de los utensilios de cocina puede afectar el sabor de las comidas?

Conclusiones

Este trabajo estudió la relación de los materiales usados en los utensilios de cocina y sus efectos tóxicos en la salud humana al preparar los alimentos, permitiendo informar a la sociedad sobre los distintos materiales y conocer los más adecuados al preparar diferentes técnicas de cocción.

La investigación se realizó con una revisión sistemática; según la cual se pudo confirmar que los materiales de los utensilios de cocina en una mezcla de alimentos con diferentes compuestos, tiempo, temperatura, vida útil del equipo, tienen efectos tóxicos en la salud humana, si se consumen en cantidades representativas.

Los utensilios de cocina no están elaborados de pura materia prima, sino que presentaban metales tóxicos como Pb, Ni, Cd, etc., la mayoría de los utensilios de cocina usados en los hogares se fabrican localmente con materiales de desecho. (Saif Ali Ali Sultán et al., 2023)

La ingesta de metales tóxicos como el Al, Fe, Cu, Pb, Ni y Sn, liberados desde los utensilios de cocina a los alimentos causan problemas en la salud humana desde intoxicación, vómitos, diarrea, problemas digestivos, hasta enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, cáncer, hipertensión y diabetes si se ingieren por encima de las cantidades recomendadas por la FAO/OMS (Ali Sultan et al., 2023; Banavi et al., 2020; Saenboonruang, 2018).

Los utensilios de cocina fabricados con cobre y acero estaban menos contaminados con metales pesados y son opciones relativamente seguras, mientras que los utensilios de aluminio presentan un mayor nivel de toxicidad

por metales como Cr, Pb y Ni (Saif Ali Ali Sultán et al., 2023).

Conocer los materiales usados en los utensilios de cocina se puede aplicar tanto en hogares como en restaurantes para tener los utensilios de mejor calidad y cocinar adecuadamente los alimentos, protegiendo nuestra salud de las enfermedades causadas por los metales tóxicos liberados durante la cocción.



Referencias

- Aguilera Eguía, R. (2014). CARTA AL DIRECTOR ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? In *Rev Soc Esp Dolor* (Vol. 21, Issue 6). <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010>
- Alabi, O. A., & Adeoluwa, Y. M. (2020). Production Usage, and Potential Public Health Effects of Aluminum Cookware: A Review. *Annals of Science and Technology*, 5(1), 20–30. <https://doi.org/10.2478/ast-2020-0003>
- Alabi, O. A., Apata, S. A., Adeoluwa, Y. M., & Sorungbe, A. A. (2020). Effect of the duration of use of aluminum cookware on its metal leachability and cytogenotoxicity in *Allium cepa* assay. *Protoplasma*, 257(6), 1607–1613. <https://doi.org/10.1007/s00709-020-01536-7>
- Ali Sultan, S. A., Ahmed Khan, F., Wahab, A., Fatima, B., Khalid, H., Bahader, A., Safi, S. Z., Selvaraj, C., Ali, A., Alomar, S. Y., & Imran, M. (2023). Assessing Leaching of Potentially Hazardous Elements from Cookware during Cooking: A Serious Public Health Concern. *Toxics*, 11(7), 640. <https://doi.org/10.3390/toxics11070640>
- Banavi, P., Sadeghi, E., Garavand, F., Heydari, M., & Rouhi, M. (2020). Release behavior of metals from tin-lined copper cookware into food simulants during cooking and cold storage. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(31), 38591–38601. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09970-z>
- Bejarano Roncancio, J. J., & Suárez Latorre, L. M. (2015). Algunos peligros químicos y nutricionales del consumo de los alimentos de venta en espacios públicos. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 47(3), 349–360. <https://doi.org/10.18273/revsal.v47n3-2015011>
- Codina, L. (2020). Revisión bibliográfica sistematizada en Ciencias Humanas y Sociales. 1: Fundamentos. In *Metodos Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social*, 1 (pp. 50–60). Universitat Pompeu Fabra. <https://doi.org/10.31009/metodos.2020.i01.05>
- Dong, Z., Lu, L., & Liu, Z. (2015). Migration Model of Toxic Metals from Ceramic Food Contact Materials into Acid Food. *Packaging Technology and Science*, 28(6), 545–556. <https://doi.org/10.1002/pts.2122>
- Fermo, P., Soddu, G., Miani, A., & Comite, V. (2020). Quantification of the Aluminum Content Leached into Foods Baked Using Aluminum Foil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 8357. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228357>
- Geueke, B., Wagner, C. C., & Muncke, J. (2014). Food contact substances and chemicals of concern: a comparison of inventories. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31(8), 1438–1450. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.931600>
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60–72. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- Koo, Y. J., Pack, E. C., Lee, Y. J., Kim, H. S., Jang, D. Y., Lee, S. H., Kim, Y. S., Lim, K. M., & Choi, D. W. (2020). Determination of toxic metal release from metallic kitchen utensils and their health risks. *Food and Chemical Toxicology*, 145, 111651. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111651>
- Lomolino, G., Crapisi, A., & Cagnin, M. (2016). Study of elements concentrations of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fillets after cooking on steel, cast iron, teflon, aluminum and ceramic pots. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 5–6, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2016.06.001>
- Mazinanian, N., Odnevall Wallinder, I., & Hedberg, Y. (2015). Comparison of the influence of citric acid and acetic acid as simulants for acidic food on the release of alloy constituents from stainless steel AISI 201. *Journal of Food Engineering*, 145, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.08.006>
- Moura, J., Ferreira-Pêgo, C., & Fernandes, A. S. (2023). Consumers' practices and safety perceptions regarding the use of materials for food preparation and storage: Analyses by age group. *Food and Chemical Toxicology*, 178, 113901. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113901>
- Saenboonruang, A. R. K. (2018). Quantification of aluminum and heavy metal contents in cooked rice samples from Thailand markets using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) and potential health risk assessment. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(5), 372. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i5.1680>
- Stahl, T., Falk, S., Taschan, H., Boschek, B., & Brunn, H. (2018). Evaluation of human exposure to aluminum from food and food contact materials. *European Food Research and Technology*, 244(12), 2077–2084. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3124-2>
- Valadez-Vega, C., Zúñiga-Pérez, C., Quintanar-Gómez, S., Morales-González, J. A., Madrigal-Santillán, E., Villagómez-Ibarra, J. R., Sumaya-Martínez, M. T., & García-Paredes, J. D. (2011). Lead, Cadmium and Cobalt (Pb, Cd, and Co) Leaching of Glass-Clay Containers by pH Effect of Food. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(4), 2336–2350. <https://doi.org/10.3390/ijms12042336>
- Weidenhamer, J. D., Fitzpatrick, M. P., Biro, A. M., Kobunski, P. A., Hudson, M. R., Corbin, R. W., & Gottesfeld, P. (2017). Metal exposures from aluminum cookware: An unrecognized public health risk in developing countries. *Science of the Total Environment*, 579, 805–813. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.023>
- Wu, X., Keegan, J., & Behan, P. (2021). Migration analysis of Cr, Ni, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, and Mo in internet-bought food serving stainless-steel utensils by ICP-MS and XRF. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 14(4), 256–263. <https://doi.org/10.1080/19393210.2021.1946168>
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. In *Journal of Planning Education*



and Research (Vol. 39, Issue 1, pp. 93–112). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>