

**REVISIÓN DE LAS TENDENCIAS EN LAS PUBLICACIONES
RELACIONADAS CON LA MICROEXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA Y EL
AROMA Y SABOR DE LOS ALIMENTOS DURANTE 1992-2016**

Jorge A. Pino

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. al Guatao km 3 ½, La Habana, C.P. 19200, Cuba.

E-mail: jpino@iiaa.edu.cu

RESUMEN

El objetivo de esta revisión fue analizar las tendencias de las publicaciones en el área de la microextracción en fase sólida aplicada al aroma y sabor de los alimentos. Para este fin se utilizó la base de datos Scopus en el período 1992-2016. Las tendencias fueron exploradas en términos de número de publicaciones por año, países, revistas científicas, por autores y tipo de alimento. Tomando en cuenta el potencial de esta técnica de preparación de muestra, la misma deberá ser más popular en el análisis de los compuestos del aroma y sabor de los alimentos.

Palabras clave: revisión, tendencias de publicaciones, microextracción en fase sólida, alimentos, aroma, sabor.

ABSTRACT

Review of publication trends in solid phase microextraction related to food flavors during 1992-2016

The objective of this review was to analyze the publication trends in area of solid phase microextraction applied to food flavor. Scopus database during the period 1992-2016 was used for this purpose. The publication trends were explored in terms of number of publication per year, countries, journals, authors, and food type. Taking into account the potential of this sample preparation technique, it should be more popular in the analysis of food flavor compounds.

Keywords: review, publication trends, solid phase microextraction, foods, flavor.

INTRODUCCIÓN

La microextracción en fase sólida (SPME por sus siglas en inglés), aunque generalmente se le describe como una técnica nueva, es una técnica ya madura en la actualidad pues tiene ya 25 años desde su primer reporte (1). La SPME es una técnica de preparación de muestra que permite aislar y concentrar analitos de una muestra, que se sorben o adsorben a una fibra de cuarzo o metálica con determinado recubrimiento. La cantidad de analito extraída viene determinada por su coeficiente de partición entre la muestra y el material que recubre la fibra. La transferencia de la fibra, mediante un soporte especial, al sistema de análisis permite la identificación y cuantificación de los analitos. La técnica integra la toma, extracción y carga de la muestra en el sistema y se puede aplicar a la analítica de alimentos, aromas y fragancias, en cualquier laboratorio (2-4).

**Jorge A. Pino Alea: Licenciado en Química (Universidad de La Habana, 1975). Investigador Titular y miembro de la Academia de Ciencias de Cuba. Doctor en Ciencias Técnicas (Centro Nacional de Investigaciones Científicas, 1980) y Doctor en Ciencias (Instituto de Farmacia y Alimentos, 2011). Desarrolla sus investigaciones principalmente en la química analítica y tecnología de aromas de alimentos y aceites esenciales.*

La SPME no requiere disolventes o aparatos complicados. Puede concentrar compuestos volátiles y no volátiles, en muestras líquidas o gaseosas, para análisis por cromatografía de gases (volátiles) o cromatografía líquida de alta presión (no volátiles). Esta técnica consiste en poner en contacto la muestra con una fibra recubierta; la muestra se coloca en un vial cerrado, se perfora la membrana de la tapa, se expone la fibra a la muestra en la variante de espacio de cabeza (HS-SPME) o embebida en la matriz (DI-SPME) durante un período de tiempo, se retira la fibra, se introduce en el inyector del cromatógrafo y los analitos se desorben. La desorción es total y la fibra es reusable, con una larga vida útil (12).

El aroma y sabor están entre los más importantes atributos de calidad de los alimentos, directamente ligados a la percepción y aceptación de los consumidores. Estos atributos sensoriales son el resultado de un amplio grupo de compuestos orgánicos con diferentes funcionalidades, polaridades y reactividades. La información cualitativa y cuantitativa de ellos es necesaria para la caracterización de los compuestos volátiles relacionados con el aroma y sabor, dado que son los más importantes. Esta tarea constituye un reto pues los compuestos volátiles están presentes en concentraciones entre partes por mil (g/kg) y partes por trillón (ng/kg).

En comparación con otros procedimientos de aislamiento de compuestos volátiles, es muy común que se concluya que la SPME es más apropiada para análisis de rutina en el control de calidad, debido a su simplicidad, repetibilidad y bajo costo. Esta técnica ha sido ampliamente usada en el estudio del aroma y sabor de los alimentos (2, 3, 6-9, 13).

En el mundo existen varias bases de datos científicas como Google Scholar, ScienceDirect, SciFinder, Food Science and Technology Abstracts y Scopus, De ellas, Scopus tiene una excelente reputación en la mayoría de las instituciones científicas y universidades y proporciona un impacto positivo en la calidad de las investigaciones (14). Por tal razón, Scopus fue la base seleccionada para analizar los documentos relacionados con la SPME, el aroma y sabor, así como los compuestos volátiles de los alimentos. Esta revisión solo cubre el período 1992-2016, debido que la base no recoge los resultados anteriores a este año. No obstante, probablemente el único documento anterior sea el trabajo pionero publicado para esta técnica analítica (15). En este período de 25 años

aparecen 4 029 documentos con las palabras clave «*solid phase microextraction*» «*flavor*» y «*volatiles*» en el título, resumen o palabras clave de los documentos citados. Este alto número de documentos resalta la actividad investigativa con la técnica de SPME. La existencia de esta amplia literatura es un desafío para escribir una revisión que cubra los aspectos relacionados con la SPME y el aroma y sabor de los alimentos.

Esta revisión tuvo como objetivo aportar una apreciación estadística de los avances de la SPME en el área del aroma y sabor de los alimentos. Los documentos han sido clasificados en términos de «número de publicaciones por año», «número de publicaciones por países», «número de publicaciones por revistas científicas», «número de publicaciones por autores» y «número de publicaciones por tipo de alimento».

Número de publicaciones por año

El número de publicaciones con relación a la SPME y el aroma y sabor, así como compuestos volátiles de los alimentos se incrementó linealmente con el tiempo ($r = 0,97$) en el período de 25 años (Fig. 1). Entre estos documentos, hay 3 631 artículos científicos (90,1 % del total), 221 trabajos en conferencias (5,5 %), 113 revisiones bibliográficas (2,8 %), 36 libros o capítulos de libros (0,9 %) y 18 artículos en prensa (0,4 %), entre otros.

Número de publicaciones por países

Con el objeto de comprender mejor el panorama mundial de estas publicaciones se hizo una búsqueda por países. De esta manera puede poner de relieve e identificar los mayores contribuyentes en este tema.

Del conjunto de países involucrados, los más prolíferos fueron China, EE.UU., Italia, España, Francia, Alemania, Brasil, Canadá, Polonia Corea del Sur, Portugal, Reino Unido, Australia y Japón con 100 o más documentos dentro de un total de 92 países (Tabla 1). En este selecto grupo de países están involucrados el 84 % del total de los documentos.

Resulta interesante mencionar que Cuba ocupa el quinto lugar dentro del área latinoamericana en este tema de investigación con 29 documentos. Todos los trabajos corresponden a investigadores del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.

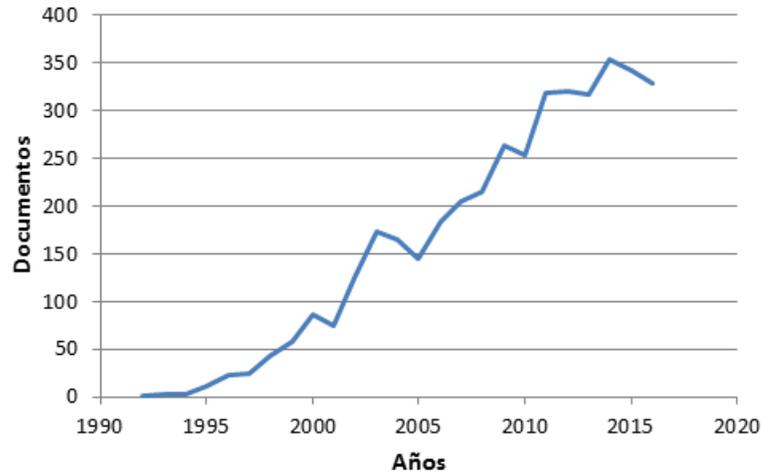


Fig. 1. Número de publicaciones por año según Scopus 1992-2016.

Tabla 1. Número de documentos por países según Scopus 1992-2016

No.	País	No.	País
669	China	31	Colombia
639	EE.UU.	29	Cuba, Dinamarca
396	Italia	27	India
378	España	26	Israel
180	Francia	25	Hungría
162	Alemania	24	Irlanda, Túnez
155	Brasil	22	Chile
145	Canadá	21	Sudáfrica
126	Polonia	19	Lituania, Eslovaquia
123	Corea del Sur	17	Egipto
119	Portugal	16	Finlandia, Singapur
112	Reino Unido	12	Eslovenia
105	Australia	11	Noruega, Rusia
100	Japón	9	Argelia, Letonia, Rumania
85	Irán	5	Serbia, Sri Lanka
75	Indefinido	4	Macedonia, Marruecos, Arabia Saudita
72	Bélgica		Bulgaria, Ecuador, Estonia, Indonesia,
66	Austria, República Checa	3	Kenia, Líbano, Malawi, Palestina,
59	Grecia		Panamá, Puerto Rico, Venezuela
56	Suiza		Bangladesh, Camerún, Georgia, Islandia,
54	Croacia	2	Kazajstán, Pakistán, Papua Nueva
51	Turquía		Guinea, Perú, Filipinas, Viet Nam
50	Nueva Zelanda		Bosnia y Herzegovina, Burkina Faso,
48	Suecia		Costa Rica, Costa de Marfil, Guinea
44	México	1	Francesa, Ghana, Jamaica, Jordania,
42	Tailandia		Kuwait, Luxemburgo, Madagascar,
40	Holanda		Omán, Ucrania, Zimbabwe
39	Taiwán		
35	Argentina, Malasia		

Debe tenerse en cuenta también que este número puede ser superior pues Scopus solo registra determinado tipo de revistas donde no están incluidas las revistas nacionales en idioma español.

Número de publicaciones por revistas científicas

La tendencia general de las publicaciones en las revistas científicas con relación al tema se resume en la Fig. 2 para cuatro revistas que sobresalen de un total de 155 revistas registradas en la búsqueda. Estas son el *Journal of Chromatography A* (factor de impacto, FI = 3,981; Elsevier), *Food Chemistry* (FI = 4,529; Elsevier), *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (FI = 3,154; American Chemical Society) y *Journal of Food Science* (FI = 1,815; Institute of Food Technologists). La primera de ellas es líder mundial en el tema de separaciones y por esto tiene el mayor número de reportes, pero no pueden despreciarse los aportes de las otras dos revistas especializadas en alimentos.

Número de publicaciones por autores

Los autores con mayor producción en el tema bajo estudio se presentan en la Fig. 3. Son 11 autores los que tienen 20 o más documentos reportados. Estos autores se distribuyen por países de la siguiente manera: Pawliszyn (Canadá), Koziel y Ebeler (EE.UU.), Bicchi y Flamini (Italia), Câmara y Rocha (Portugal), Pino (Cuba), Deng (China), Augusto (Brasil) y Flores (España).

Número de publicaciones por tipo de alimento

Cuando se examina en Scopus el tipo de alimentos donde la SPME es usada para analizar el aroma y sabor o los compuestos volátiles, el mayor grupo son los vinos, bebidas, jugos, carnes, miel, productos lácteos, arroz, cerveza, frutas y vegetales, aceites y grasas, harinas, mariscos y pescados, chocolate y cacao, especias e hierbas aromáticas y cereales y productos horneados (Fig. 4).

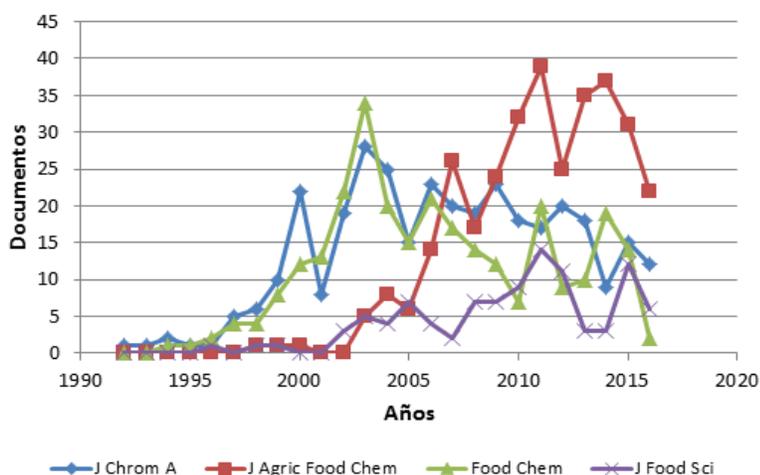


Fig. 2. Número de publicaciones para las revistas más sobresalientes según Scopus 1992-2016.

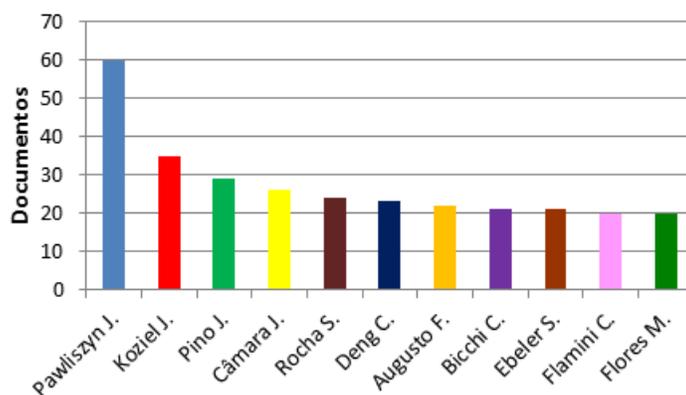


Fig. 3. Número de publicaciones por autores según Scopus 1992-2016.

En general, pueden distinguirse varios grupos principales de aplicación para la SPME usados en las investigaciones del aroma y sabor de los alimentos de acuerdo a distintos fines:

(i) Comparación de diferentes variedades de frutas y vegetales.

(ii) Determinación de perfiles de compuestos volátiles en alimentos.

(iii) Clasificación de alimentos usando SPME en conjunto con la cromatografía de gases o por introducción directa en narices electrónicas basadas en la espectrometría de masas.

(iv) Análisis de compuestos selectos importantes para la calidad del alimento.

(v) Control de la influencia de los procesos tecnológicos en el aroma y sabor

(vi) Control de procesos químicos, bioquímicos y biotecnológicos como la transformación de terpenos y degradación de aromas.

(vii) Aplicación de la SPME a la cromatografía de gases-olfatometría (GC-O).

CONCLUSIONES

En los últimos 25 años, las investigaciones con el empleo de la SPME han progresado considerablemente con relación al aroma y sabor de los alimentos en muchos países. El amplio número de trabajos publicados, que aumentó linealmente, resalta la intensidad de los estudios con esta técnica. Tomando en cuenta el potencial de esta técnica de preparación de muestra, es de esperar que siga siendo popular en el análisis de los compuestos volátiles que contribuyen al aroma y sabor de los alimentos.

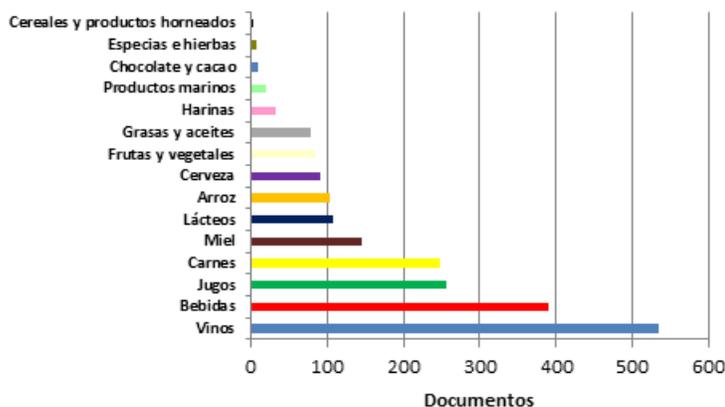


Fig. 4. Número de publicaciones por tipo de alimento según Scopus 1992-2016.

REFERENCIAS

1. Arthur, C. L. y Pawliszyn, J. *Anal. Chem.* 62:2145-2148, 1990.
2. Jeleñ, H. H.; Majcher, M. y Dziadas, M. *Anal. Chim. Acta* 738:13-26, 2012.
3. Souza-Silva, É. A.; Gionfriddo, E.; Pawliszyn, J. *Trends Anal. Chem.* 71:236-248, 2015.
4. Pawliszyn, J. y Lord, H. L. *Handbook of Sample Preparation*. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2010.
5. Pawliszyn, J. *Sampling and Sample Preparation for Field and Laboratory*. Amsterdam, Elsevier Science BV, 2002.
6. Ridgway, K.; Lalljia, S. P. D. y Smith, R. M. *Food Addit. Contam.* 27(2):146-168, 2010.
7. Balasubramanian, S. y Panigrahi, S. *Food Bioprocess Technol.* 4:1-26, 2011.
8. Wardencki, W.; Michulec, M. y Cury^{3o}, J. *Intern. J. Food Sci. Technol.* 39:703-717, 2004.
9. Bojko, B.; Cudjoe, E.; Gómez-Ríos, G.A.; Gorynski, K.; Jiang, R.; Reyes-Garcés, N.; Risticovic, S.; Silva, É. A. S.; Togunde, O.; Vuckovic, D. y Pawliszyn, J. *Anal. Chim. Acta* 750:132-151, 2012.
10. Yang, C.; Wang, J. y Li, D. *Anal. Chim. Acta* 799:8-22, 2013.
11. Li, J.; Wang, Y-B.; Li, K-Y.; Cao, Y-Q.; Wu, S. y Wu, L. *Trends Anal. Chem.* 72:141-152, 2015.
12. Pino, J. *Cienc. Tecnol. Alim.* 22(3):60-68, 2012.
13. Heaven, M.W. y Nash, D. *Food Control* 27:214-227, 2012.
14. Aghaei Chadegani, A.; Salehi, H.; Yunus, M. M.; Farhadi, H.; Fooladi, M.; Farhadi, M. y Ale Ebrahim, N. *Soc. Sci.* 9:18-26, 2013.
15. Arthur, C.L. y Pawliszyn, J. *Anal. Chem.* 62:2145-2148, 1990.