vinetur

Los tapones de corcho usados se convierten en sensores para vigilar la oxidación del vino

Una tecnología de bajo coste emplea electrodos de grafeno del corcho para medir ácido cafeico en vinos

miércoles 24 de junio de 2026



Un equipo de investigación ha desarrollado electrodos de grafeno inducido por láser a partir de tapones de corcho desechados y los ha probado para medir ácido cafeico en vino tinto y zumo de uva. El trabajo se publicó este martes, 23 de junio, en Journal of

Solid State Electrochemistry.

El estudio plantea reutilizar un residuo habitual del sector del vino para fabricar sensores electroquímicos. Los autores emplearon tapones naturales procedentes de botellas de vino y, como referencia, una lámina comercial de corcho. Después sometieron las piezas a irradiación láser para obtener grafeno poroso en una sola etapa.

Los investigadores recuerdan que el ácido cafeico es un compuesto fenólico presente en bebidas como el vino y el zumo de uva. También señalan que la oxidación de fenoles a quinonas es el primer paso del principal proceso de oxidación no enzimática del vino, asociado al oscurecimiento del color, sabor amargo y pérdida de aroma y sabor. Por eso, su medición tiene interés en bebidas elaboradas industrialmente.

Para fabricar los electrodos, el equipo cortó muestras rectangulares de entre 1 y 1,5 cm por 2 cm, con un grosor aproximado de 0,5 cm. La grafitización se realizó con una impresora 3D acoplada a un módulo láser de 2,8 W y 450 nm, con 20% de potencia de irradiación, separación entre pasadas de 0,1 mm y velocidad de 90 mm/s. Cada electrodo se produjo en 3 minutos. La temperatura ambiente durante el proceso fue de 23°C, con una humedad relativa del 52%. Tras el tratamiento láser, las piezas se impermeabilizaron con resina acrílica, salvo el área activa, y se secaron a 60°C durante 24 horas.

La caracterización estructural se hizo con espectroscopía Raman, difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido. Según los autores, los análisis confirmaron la formación de una red porosa tridimensional similar al grafeno. En difracción de rayos X apareció un pico amplio en 25,9° asociado al plano (002) del grafeno hexagonal. En Raman se observaron bandas en torno a 1342, 1566 y 2668 cm−1, correspondientes a las bandas D, G y 2D.

El trabajo compara varios tipos de corcho. Los resultados apuntan a que los tapones naturales usados en botellas dieron materiales más ordenados que la lámina comercial aglomerada. En esta última se observó mayor heterogeneidad y menor cristalinidad, algo que los investigadores relacionan con la presencia de resinas sintéticas empleadas como aglutinantes. En cambio, algunas muestras procedentes de tapones naturales

mostraron dominios grafíticos más organizados.

Las imágenes obtenidas por microscopía electrónica muestran que la estructura alveolar original del corcho se mantuvo tras la grafitización, aunque con una porosidad mayor y formación de láminas de grafeno. En dos de las muestras procedentes de tapones naturales se observó una estructura tipo panal con hojas menos compactas. En otras muestras hubo un colapso más acusado de las paredes del corcho y una grafitización a profundidades irregulares.

Además del proceso láser, el equipo propuso un tratamiento posterior para mejorar la respuesta electroquímica del material. Ese paso consistió en una activación superficial con disoluciones ácidas y alcalinas. Los autores sostienen que esa modificación mejoró el comportamiento de los electrodos con alta superficie específica.

La medición del ácido cafeico se estudió mediante voltametría cíclica en distintas condiciones de pH y se aplicó voltametría diferencial de pulso para la cuantificación. El sensor mostró una respuesta lineal entre 30 y 1000 µM. El límite de detección fue de 133 µmol L−1 y el límite de cuantificación, de 443 µmol L−1.

La prueba en muestras reales se hizo con un vino tinto seco comercial y un zumo de uva industrial. El ácido cafeico se cuantificó en 19,2 mg L−1 en el vino y en 41,6 mg L−1 en el zumo. Los autores afirman que el sistema permitió medir este compuesto con un procedimiento simple y de bajo coste a partir de un material carbonoso biológico y residual.

El trabajo se sitúa en una línea que busca sustituir electrodos serigrafiados por plataformas basadas en grafeno inducido por láser. En este caso, la aportación añade una vía para aprovechar tapones usados del propio sector vinícola en tareas analíticas. Esa aplicación podría ser útil para control de calidad y seguimiento de polifenoles entre lotes en bodegas o industrias de bebidas, aunque su implantación dependerá de validaciones posteriores fuera del laboratorio.