La revolución inteligente llega al vino con SENSIWINE

El proyecto AGROALNEXT ‘SENSIWINE’ del IATA-CSIC busca transformar el sector vitivinícola aplicando biotecnología de vanguardia

- El proyecto AGROALNEXT/2022/021 ‘SENSIWINE’ desarrolla sensores predictivos para controlar en tiempo real la calidad del vino.
- SENSIWINE, cuyos investigadores principales son Amparo Querol Simón y Eladio Barrio Esparducer, es un proyecto del Grupo de Investigación “Biología de Sistemas de Levaduras de Interés Biotecnológico” del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IATA-CSIC), dentro del programa nacional AGROALNEXT.

El proyecto SENSIWINE, dentro del marco AGROALNEXT, pretende monitorizar parámetros clave como ácidos, alcoholes o compuestos aromáticos en tiempo real durante la fermentación. La innovación reside en el desarrollo de sensores predictivos basados en tecnologías ópticas y en modelos de inteligencia artificial aplicados a levaduras.

En el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos del CSIC (IATA-CSIC) en Valencia se está gestando una revolución silenciosa para la industria del vino. Bajo el nombre de SENSIWINE —acrónimo de “Sensores inteligentes y predictivos para la monitorización rápida de la calidad del vino”— un equipo de científicos trabaja en una herramienta que promete transformar el modo en que se entiende y controla la elaboración del vino.

“El objetivo es desarrollar sensores inteligentes que puedan medir en tiempo real la evolución de los compuestos clave en la fermentación: desde el estado de las levaduras hasta la producción de ácidos, alcoholes y aromas”, explica Amparo Querol Simón, investigadora del IATA-CSIC y líder del proyecto junto a Eladio Barrio Esparducer.

El proyecto se centra en vinos blancos y rosados, ya que estos permiten un control más preciso de la levadura utilizada en la fermentación. Según la investigadora principal, la clave está en "predecir cómo la levadura metaboliza los azúcares para producir etanol, glicerol y otros compuestos que influyen en el sabor y la textura del vino". Pues, "gracias a los modelos matemáticos desarrollados, es posible determinar las condiciones óptimas de fermentación, ajustando temperatura y suplementación de nutrientes para obtener vinos con menor graduación alcohólica y perfiles aromáticos más definidos", detalla.

El vino como sistema vivo

El vino no es solo uva fermentada. Es un sistema dinámico, vivo, en el que las levaduras tienen un papel protagonista. "Hasta ahora, el seguimiento del proceso de fermentación era poco preciso y reactivo. Solo se intervenía cuando ya había un problema, por ejemplo si se detectaban malos olores o una parada fermentativa", afirma Amparo Querol.

SENSIWINE quiere adelantarse. "Estamos desarrollando sensores ópticos no invasivos que, combinados con modelos predictivos, puedan anticipar desviaciones y ayudar a corregirlas a tiempo", indica la investigadora. La tecnología se basa en espectroscopía y en análisis multivariante, y permitirá tomar decisiones rápidas y basadas en datos fiables.

El impacto del cambio climático supone un gran reto. "Las uvas tienden a madurar con un mayor contenido de azúcar, lo que eleva la graduación alcohólica de los vinos y reduce su acidez, afectando su calidad". Además, las bodegas buscan hacer su proceso más sostenible, reduciendo el consumo energético necesario para fermentar a bajas temperaturas. "SENSIWINE ayuda a abordar ambos problemas optimizando la fermentación y permitiendo ajustes en tiempo real", concreta Amparo Querol.

« Queremos poner en manos de las bodegas herramientas que les permitan anticiparse a los problemas y no solo detectarlos cuando ya es tarde. »

El proyecto se sustenta en un enfoque integrador: aúna el conocimiento genético de las levaduras —algunas de ellas seleccionadas y caracterizadas durante décadas por el grupo de Querol— con herramientas de biología de sistemas, modelado matemático e inteligencia artificial.

"Hemos trabajado durante años en la caracterización de cepas de *Saccharomyces* y otras levaduras no convencionales que contribuyen de forma positiva a la calidad del

vino", explica. Ahora, SENSIWINE aspira a traducir ese conocimiento en aplicaciones directas para el sector vitivinícola.

"Trabajamos en estrecha colaboración con bodegas de la Comunidad Valenciana como Gandía Pla, Hispano-Suizas y Vegamar, además de otras bodegas nacionales como Ramón Bilbao y Roda. También colaboramos con la Universidad de Zaragoza, la Universidad de Valencia y el Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo, donde expertos en modelado matemático y bioinformática han desarrollado los algoritmos que sustentan nuestro modelo predictivo", comenta la investigadora del IATA-CSIC.

De la investigación básica a la transferencia

Uno de los hitos del proyecto SENSIWINE son la gran cantidad de datos experimentales que han generado, los cuales les han permitido desarrollar modelos precisos para diferentes levaduras y variedades de uva. Además, han construido una bodega experimental en el IATA, donde validan los modelos antes de llevarlos a las bodegas comerciales. Hasta el momento, según Amparo Querol, han demostrado que "es posible reducir hasta medio grado alcohólico en algunos vinos simplemente ajustando las condiciones de fermentación".

Entre los puntos clave de SENSIWINE está la transferencia de tecnología. "Queremos que esto no se quede en un artículo científico", subraya Querol. Por eso, **el equipo colabora estrechamente con bodegas y centros tecnológicos para adaptar el sistema a las condiciones reales de las instalaciones enológicas.**

"Los sensores que diseñamos tienen que ser fáciles de implementar, sin necesidad de alterar el proceso habitual en bodega. Nuestra intención es que funcionen como una especie de 'nervio sensorial' del vino en fermentación", describe.

« SENSIWINE es un ejemplo de cómo la investigación fundamental puede llegar al sector productivo y tener un impacto real. »

Además, uno de los objetivos del proyecto es democratizar el acceso a la tecnología: **"Buscamos que no solo las grandes bodegas puedan beneficiarse, sino también las pequeñas y medianas, que muchas veces no cuentan con laboratorios propios."**

En última instancia, su objetivo es "desarrollar un software accesible para enólogos, que les permita optimizar la fermentación con base en los datos de sus propias bodegas", explica la investigadora. Actualmente, se encuentran en una fase de

escalado y validación industrial para adaptar los modelos a una mayor variedad de levaduras y entornos de producción. También buscan integrar nuevas sondas de medición para mejorar el control en línea del proceso.

Combinación eficiente de biotecnología e inteligencia artificial

Aunque el foco principal está en el vino, la tecnología desarrollada podría aplicarse en otros procesos fermentativos, como la cerveza, los kombuchas o incluso algunos productos lácteos. “Lo que estamos construyendo es una base tecnológica que puede adaptarse a diferentes matrices. Las levaduras son esenciales en muchos alimentos y bebidas”, señala Amparo Querol.

El enfoque de digitalización y control predictivo que están desarrollando podría aplicarse a cualquier proceso fermentativo, incluyendo la producción de cerveza y sidra. Además, “la combinación de biotecnología e inteligencia artificial nos permitirá personalizar la producción de vinos con características específicas, optimizando tanto la calidad como la eficiencia energética”.

SENSIWINE forma parte del ecosistema de innovación promovido por AGROALNEXT, un ambicioso programa de ciencia aplicada a la sostenibilidad alimentaria impulsado con fondos europeos. “Gracias a AGROALNEXT hemos podido trabajar en red con otros grupos, combinar disciplinas y acelerar la aplicación del conocimiento”, valora Amparo Querol.

El proyecto AGROALNEXT/2022/021 ‘SENSIWINE’ responde directamente a algunos de los principales retos del sector agroalimentario: digitalización, sostenibilidad y resiliencia ante el cambio climático. “Mejorar el control de la fermentación también implica optimizar recursos, reducir mermas y aumentar la calidad final del producto”, concluye la investigadora principal Amparo Querol.