

¿Qué es la secuenciación genómica?

Introducción

La secuenciación genómica es una técnica de biología molecular que permite identificar y analizar la secuencia completa de ADN de un organismo. Consiste en determinar el orden de las bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina y guanina) que forman su material genético. Esta técnica permite obtener una gran cantidad de información sobre los genes y otros elementos genéticos, y aporta una visión detallada de la estructura y función del genoma de un organismo.

La secuenciación implica romper el ADN en pequeños fragmentos, amplificarlos y después determinar la secuencia de nucleótidos de cada fragmento. Estos fragmentos se vuelven a unir para reconstruir el genoma completo utilizando sofisticadas herramientas bioinformáticas.



Doble hélice de ADN, clave en la secuenciación genómica para entender y aplicar la información

Unidad de la secuenciación genómica en el control alimentario

Esta tecnología permite identificar y analizar con precisión los organismos presentes en los alimentos, y facilita información relativa a la calidad de los productos analizados y a su seguridad e inocuidad. Algunas de las aplicaciones más importantes de la secuenciación genómica en este contexto son las siguientes:

1. Detección de patógenos y contaminantes

La secuenciación genómica facilita la identificación de patógenos (como bacterias, virus, hongos o parásitos) presentes en los alimentos de forma mucho más precisa y rápida que las técnicas tradicionales. Ello permite detectar microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* o *Campylobacter*, que pueden provocar brotes de enfermedades de origen alimentario.

La secuenciación puede analizar la variabilidad genética de los patógenos para identificar la cepa concreta que ha causado un brote, facilitando así la trazabilidad del problema y ayudando a identificar la fuente (por ejemplo, un microorganismo que afecta a un lote contaminado o una planta de procesamiento, etc.).

2. Trazabilidad y autenticidad de los alimentos

La trazabilidad es fundamental para asegurar que los alimentos que llegan a los consumidores cumplen con las normativas de calidad y que se pueden rastrear a lo largo de la cadena de suministro.

Con la secuenciación genómica, se pueden identificar las especies animales, vegetales o microbianas presentes en un producto alimenticio, de manera que garantiza que el etiquetado es correcto y que no ha habido sustitución de ingredientes ni fraudes alimentarios.

Eso también es útil para validar denominaciones de origen y garantizar que un producto proviene de una determinada región o que cumple con los estándares de los productos ecológicos o artesanales.

3. Monitorización de la microbiota en alimentos fermentados

En productos como el queso, el yogur, el vino u otros alimentos fermentados, la calidad depende de la microbiota (el conjunto de microorganismos) presente durante la fermentación.

La secuenciación genómica permite estudiar con precisión las comunidades microbianas implicadas en la fermentación, dado que identifica las especies beneficiosas que deben predominar y detecta posibles contaminantes que podrían comprometer la calidad del producto final.

Todo ello contribuye a mantener estándares de calidad consistentes y a ajustar los procesos de producción para que los productos sean seguros y tengan las características organolépticas deseadas.

4. Análisis de resistencia microbiana a los antibióticos

En algunos casos, las bacterias presentes en alimentos pueden ser resistentes a los antibióticos, hecho que supone un riesgo para la salud pública. La secuenciación genómica puede identificar estos genes de resistencia, ayudar a controlar su presencia y prevenir su propagación a través de la cadena alimenticia.

Eso es especialmente relevante en el caso de animales destinados al consumo humano, en que el uso de antibióticos es frecuente. La secuenciación permite monitorear la aparición de resistencias y tomar medidas de gestión para reducir su impacto.

5. Identificación de nuevos brotes alimentarios

En caso de un brote alimentario (como una intoxicación masiva por un alimento contaminado), la secuenciación genómica permite identificar de manera rápida y precisa el patógeno causante, la cepa de donde proviene y su posible relación con brotes anteriores.

Esta información facilita la investigación epidemiológica, y eso permite trazar el origen de la contaminación y tomar medidas para evitar su expansión. Así, se pueden retirar los lotes afectados y mejorar la seguridad de los procesos de producción.

6. Mejora de los métodos de control de calidad

La secuenciación genómica permite desarrollar e implementar métodos de control de calidad más eficientes y sofisticados para la industria alimentaria, basados en el análisis de todo el material genético de las muestras.

Además de detectar posibles patógenos, la secuenciación puede monitorear otros microorganismos que podrían afectar a la vida útil de los productos y ayudar a optimizar los procesos de conservación y envasado.

Beneficios de la secuenciación genómica en la seguridad alimentaria

La secuenciación genómica aporta varios beneficios clave para la seguridad alimentaria:

- **Precisión:** aumenta la capacidad de los métodos convencionales para detectar e identificar patógenos y otros microorganismos
- **Rapidez:** facilita una respuesta rápida ante problemas de seguridad alimentaria porque reduce el tiempo necesario para identificar el origen de un brote.
- **Transparencia:** mejora la trazabilidad de los productos y aumenta la confianza de los consumidores en la seguridad de los alimentos que compran.
- **Prevención:** identifica riesgos potenciales antes de que se conviertan en un problema de salud pública, y así contribuye a una industria alimentaria más segura y eficiente.

En resumen, la secuenciación genómica es una herramienta poderosa para mejorar la seguridad de los alimentos porque garantiza la calidad detectando cualquier riesgo potencial para los consumidores.

Cataluña: secuenciación genómica en la seguridad alimentaria

Desde el año 2022, la ASPCAT, en colaboración con el IRTA, secuencia los microorganismos patógenos aislados de muestras positivas de alimentos o de establecimientos alimentarios procedentes de los programas de control que se efectúan en Cataluña para garantizar la seguridad alimentaria y la protección de la salud de los consumidores.

Otras posibles fuentes de detección de microorganismos patógenos son las actuaciones de control oficial que se llevan a cabo con motivo de los expedientes de alertas que afectan a alimentos y establecimientos alimentarios de nuestro ámbito territorial, así como las inspecciones motivadas por la investigación de brotes alimentarios.

acsa brief

Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria

Septiembre - Octubre 2024

El encargo de este servicio permite disponer de la secuenciación del genoma completo de los microorganismos analizados, su caracterización y el análisis bioinformático de sus genomas. Los microorganismos patógenos objeto de la secuenciación han sido principalmente *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *E. coli* SETC procedentes de muestras alimentarias, aunque este último año la investigación se ha ampliado a cepas de *Legionella* detectadas a causa de la inclusión de brotes ambientales.

A menudo, con motivo de las investigaciones de los brotes y toxiinfecciones alimentarias, se detectan diferentes focos de aislamiento de cepas que pueden estar correlacionadas (ámbito alimentario y ambiental con muestras de alimentos o superficies de trabajo de los establecimientos responsables del producto, animal vivo en la fase de producción primaria y afectación humana en el ámbito hospitalario...). La visión «una sola salud» determina la necesidad de coordinación y colaboración de todos los entes implicados con el objetivo de obtener el máximo de información en relación con los resultados de la secuenciación genómica de todas las cepas implicadas, avanzar en las investigaciones que se llevan a cabo para conocer las posibles causas, y el origen de los microorganismos de interés para la salud pública. La secuenciación genómica de los microorganismos debe contribuir a reforzar y mejorar la toma de decisiones en relación con la vigilancia epidemiológica, el control oficial, la gestión de alertas alimentarias y la gestión de la seguridad alimentaria aplicada por los operadores económicos.

La secuenciación de genomas completos es una técnica con un gran potencial para caracterizar y relacionar aislados. Las relaciones filogenéticas entre aislados (de producto, ambientales o clínicos) son complejas. Es necesario seguir trabajando para maximizar la utilidad de los resultados proporcionados por estas técnicas, explotarlos y poder interpretarlos correctamente.

Documentos de referencia

- Secuencia Genómica en Seguridad Alimentaria desde una Perspectiva One Health. Jesús Alberto Chaves. Detalla la importancia y aplicaciones de la secuenciación genómica completa (WGS) en la vigilancia de patógenos de origen alimentario.
- [Los microorganismos patógenos y alterantes de la industria alimentaria podrán controlarse mejor con técnicas de secuenciación de nueva generación.](#) IRTA. Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias.
- [Técnico/a en secuenciación genómica.](#) Barcelona activa.
- Aplicaciones de la genómica nutricional. David de Lorenzo López. Universitat oberta de Catalunya.
- [Tres décadas investigando en agrigenómica.](#) CSIC
- Presentación. Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Biotecnología alimentaria. Joaquín Ariño.
- [Aplicaciones de la Genómica en seguridad alimentaria.](#) Conferencia, jueves 21 de abril 2016. AVHIC.
- Resultados de Secuenciación de los microorganismos patógenos procedentes de los aislados de los Programas de Vigilancia de los alimentos en la ASPCAT. 2022 y 2023.