



Effiziente Überprüfung von Lebensmitteln für Produzenten und Kontrolleure

Verbraucherschutz mit der neuesten Technologie zur Lebensmittelüberprüfung

Industriefarbstoffe für bunte Bonbons, Pestizidrückstände auf Obst und Gemüse, pflanzliche Arzneimittel mit illegal zugesetzten Medikamenten – die Kontamination von Lebensmitteln ist ein globales Problem. Sei es absichtlich gewinnbringend oder versehentlich fahrlässig, das Endergebnis ist das gleiche: die Verbraucher zahlen den Preis. Lebensmittelkontaminationen können zwar mit komplexen analytischen Labortechniken wie GC-MS und HPLC festgestellt werden, aber die erforderliche Zeit und Fachkenntnis sowie die Kosten beschränken ihren Einsatz auf gut ausgestattete Labore. Die oberflächenverstärkte Raman-Streuung (SERS) ermöglicht den Nachweis und die Identifizierung von Analyten in Konzentrationen im ppb-Bereich. Die Lebensmittelanalyse mit SERS ist schnell, einfach und kostengünstig.

Das Grundprinzip von SERS

SERS ist eine Raman-spektroskopische Technik, die die mäßig empfindliche Raman-Spektroskopie in eine spurenanalytische Methode umwandelt. Die Entdeckung von SERS im Jahr 1977 war ein zufälliges Ergebnis des Versuchs, die Raman-Spektroskopie an Monoschichten von Molekülen

zu beobachten, die an aufgerauten Silberelektrodenoberflächen adsorbiert sind. Bis heute hat sich diese erste Entdeckung auf zahlreiche Oberflächen wie freischwebende Nanopartikel oder hochentwickelte Siliziumstrukturen ausgeweitet. Unabhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Materials ergibt sich SERS aus speziellen optischen Eigenschaften von Silber und Gold und der Größe der Oberflächenstrukturen.

Der SERS-Effekt beruht auf einer einzigartigen Eigenschaft dieser speziellen Metalle, die im Gegensatz zu anderen Materialien eine Resonanz mit dem elektrischen Feld des Laserlichts und der Raman-Streuung erzeugen. Diese Resonanz erzeugt große elektrische Felder an der Metalloberfläche, die die Raman-Streuung um bis zu 10⁷ erhöhen. Die Verstärkung des elektrischen Feldes findet nur an der Oberfläche der aktiven SERS-Materialien statt. Dies ist eine wesentliche Einschränkung der Technik – das Zielmaterial muss extrem nah (<3 nm) an der Oberfläche sein. Im Allgemeinen sind stickstoff- und schwefelhaltige Verbindungen die Materialien, die am stärksten an diesen Edelmetallen adsorbiert werden können und damit den größten SERS-Effekt zeigen. Glücklicherweise enthalten die meisten Zusatzstoffe für Lebensmittelfälschungen und die aktivsten Arzneimittel und Drogen stickstoff- und schwefelhaltige Verbindungen.

Der SERS-Effekt kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Mehr als eine millionenfache Verbesserung von Raman-Signalen aufgrund nanostrukturierter Oberflächen.
- Selektive Adsorption von Materialien an dieser Oberfläche.

Diese Kombination schafft eine wertvolle Technik der Spurempfindlichkeit für Lebensmittelkontaminanten.

Vorteile von SERS gegenüber herkömmlichen Spurenanalysetechnologien

Lebensmittelproben sind normalerweise eine komplexe Matrix, die aus Proteinen, Fetten, Stärken, Zuckern und vielen anderen Verbindungen bestehen. Kontaminanten, falls enthalten, liegen normalerweise in Spuren vor. Analytische Techniken zur Spurenerkennung, beinhalten unweigerlich die Trennung des Analyten von einer in großem Überschuss vorliegenden Matrix, im Verhältnis eins zu einer Million (ppm) oder einer Milliarde (ppb). Diese Größenordnungen können leicht anhand eines Vergleichs mit der Bevölkerung von Menschen verstanden werden. Ein Teil pro Milliarde bedeutet, dass Sie eine einzelne Person in einem Land mit einer Milliarde

Einwohner finden können. Für einen Chemiker ist dies eine machbare Herausforderung – in weniger als einer Stunde! Aber was braucht es, um diese Messungen durchzuführen?

Der Schlüssel besteht darin, Eigenschaften des Zielanalyten zu verwenden, um ihn von seiner Matrix zu unterscheiden. Dieses Konzept der Trennung bildet die Grundlage für die Unterscheidung verschiedener Spurenanalysetechniken und führt zum Vorteil von SERS. Massenspektrometrie ist die gebräuchlichste Spurenanalysetechnik. Der Name Massenspektrometrie beruht auf seiner Fähigkeit, Materialien anhand ihrer Molekülmasse zu identifizieren. Beispielsweise hat das Fungizid Thiram eine Molmasse von 240,42. Wenn jedoch eine verdünnte Probe von Thiram in einem Lösungsmittel in ein Massenspektrometer gegeben wird, behindert das Lösungsmittel den Nachweis von Thiram. Infolgedessen erfordern massenspektrometrische Verfahren vor der Analyse ein Trennverfahren. Dies ist meistens eine chromatographische Methode wie Gaschromatographie (GC), Flüssigkeitschromatographie (LC) oder Ionmobilitätsspektrometrie (IMS). Diese Trennverfahren erfordern Zeit und Können, um die Trennung herzustellen. Zum Beispiel erfordert die GC eine Trennsäule, die die Matrixmaterialien selektiv adsorbiert und den Analyten passieren lässt. Dies kann bis zu 30 Minuten für eine Trennung und Identifizierung dauern. Mit Methoden wie IMS sind schnellere Trennungen möglich, aber dann kann der Nachweis auf eine kleine Klasse von Verbindungen beschränkt sein. Die SERS-Identifizierung beinhaltet auch eine Trennung.

In diesem Fall erfolgt die Trennung jedoch viel schneller, wenn der Analyt an der nanostrukturierten Oberfläche adsorbiert.

SERS kann in Sekundenschnelle das Vorliegen einer bestimmten Substanz nachweisen. Die SERS-Identifizierung eines molekularen Fingerabdrucks entspricht der Identifizierung eines Massenfingerabdrucks und ist im Fall chemischer Isomere überlegen. SERS ist eine äußerst attraktive Technik, da alle Vorteile von Raman erhalten bleiben – tragbare Geräte, Funktionen zur Erkennung mehrerer Analyten und schnelle Analysen.

Misa zur Unterstützung

Misa von Metrohm ist ein Messgerät speziell zur Durchführung von SERS-Messungen. Es wurde mit dem Schwerpunkt auf einer einfachen, effizienten und umweltfreundlichen Lösung entwickelt, um den Herausforderungen zur Lebensmittelsicherheit zu begegnen. Leicht austauschbares Zubehör ermöglicht eine Prüfung mit verschiedenen Arten von SERS-Materialien. Metrohm bietet auch ID-Kits mit Zubehör sowie detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen zur Messung gängiger Kontaminanten in verschiedenen Lebensmitteln.

Die Vorteile auf einen Blick

- Eine mobile App bietet einfache, intuitive und geführte Arbeitsschritte
- Die automatisierte Analyse identifiziert schnell und genau Spurenverunreinigungen

- Die intelligente mobile Plattform ermöglicht den Austausch von Ergebnissen, Standort- und Gefahrenmeldungen

Anwendergruppen und verschiedene Einsatzszenarien

Mit diesen Vorteilen ist Misa eine hervorragende mobile Plattform für die schnelle Identifizierung von Lebensmittelkontaminanten am Probenahmeort.

Beispiel 1:

Mobile Lebensmitteluntersuchung

Lebensmittelinpektoren spielen eine wichtige Rolle bei der Gewährleistung der Sicherheit der Verbraucher. An jedem Punkt entlang einer Lebensmittelversorgungskette besteht die Gefahr von Betrug und Kontamination. Die Fähigkeit, schädliche Kontaminanten und Zusatzstoffe sofort zu erkennen, bedeutet, dass keine Zeit verloren geht, bevor wichtige Informationen über den Stoff ausgetauscht werden können und die Behörden unverzüglich Maßnahmen zum Schutz der Verbraucher ergreifen können.

Beispiel 2:

Inspektion eingehender Rohstoffe und/oder Fertigprodukte

In einer Lebensmittelfabrik können Ausgangsverbindungen, z.B. landwirtschaftliche Erzeugnisse, aus verschiedenen Betrieben stammen. Die Möglichkeit, schnell zu überprüfen, ob die eingehenden Substanzen frei von Verunreinigungen oder Verfälschungsmitteln sind, kann Ausfallzeiten und Abfall im Werk reduzieren. Ebenso können Produkte während der Herstellung schnell überprüft werden, um sicherzustellen, dass keine versehentliche Kontamination auftritt. In beiden Situationen kann eine schnelle und effiziente Erkennungstechnologie zu erheblichen Kosteneinsparungen für das Unternehmen führen.

Beispiel 3:

Vorläufige Analyse im Labor

Misa kann eine GC-MS in einem gut ausgestatteten Labor nicht ersetzen, es kann den Arbeitsablauf im Labor aber beschleunigen. Ein positives, vorläufiges SERS-Messergebnis kann den Laborwissenschaftlern dabei helfen, Einstellungen für ressourcenintensivere Instrumente zu konfigurieren, um interessierende Analyten spezifisch zu bestätigen, die Analysezeit zu verkürzen, die Reagenzienabfälle zu reduzieren und wertvolle Ressourcen zu sparen.



● KONTAKT |

Stefan Geisler

Deutsche Metrohm GmbH & Co. KG
Filderstadt, Deutschland
stefan.geisler@metrohm.de