

Rilevamento rapido e selettivo di trigonellina, indicatore di qualità del caffè, utilizzando uno spettrometro Raman portatile

Il controllo della qualità nell'industria alimentare è una questione chiave che richiede metodi rapidi, efficienti e selettivi in grado di discriminare i prodotti, rilevare adulterazioni fraudolente o accidentali e identificare il contenuto di alcuni biomarcatori all'interno di un particolare processo di condizioni di conservazione. In questo senso, la spettroscopia Raman in combinazione con le proprietà ottiche delle nanostrutture metalliche è una tecnica potente che può essere implementata nell'analisi degli alimenti.

La spettroscopia Raman amplificata dalla superficie (SERS) è una tecnica che sfrutta le proprietà ottiche delle nanostrutture di metalli nobili (es. nanosfere d'oro o d'argento) per potenziare i segnali Raman delle molecole adsorbite sulla superficie del metallo. I cambiamenti nel materiale, nella geometria e nelle dimensioni delle strutture metalliche consentono la modulazione nel miglioramento di queste nanoantenne uniche. Questo progresso ha portato a molte applicazioni, inclusa la progettazione di sensori nuovi e selettivi con limiti di rilevabilità inferiori per i metaboliti alimentari al fine di adattarsi alle esigenze dell'agricoltura e dell'industria. Inoltre, SERS riduce al minimo il tempo di acquisizione e riduce la quantità di campione necessaria.

A tal proposito, questo report mostra come funziona il dispositivo Raman portatile i-Raman Plus 785 può essere utilizzato in combinazione con nanotriangoli d'oro modificati per sviluppare un metodo di quantificazione alternativo per la trigonellina. Questo alcaloide è un biomarcatore presente in diversi alimenti, come caffè e quinoa, che fornisce potenziali benefici per la salute e la cui degradazione termica



(ad esempio, durante il processo di tostatura dei chicchi di caffè verde) rende possibile la formazione di diversi composti aromatici e di sapore. Ad esempio, un infuso di caffè potrebbe contenere circa 2,3 mM di trigonellina e ci potrebbero essere circa 30-65 μmol di trigonellina in un grammo di chicchi di caffè verde, che sarebbe un indicatore di qualità e potrebbe essere testato utilizzando questa tecnica.

I nanotriangoli d'oro modificati con acido mercaptopropionico sono stati utilizzati come nanoantenne per quantificare la concentrazione di soluzioni di trigonellina dal segnale SERS. Le nanostrutture sono state ottimizzate per migliorare i segnali tra 700-800 nm di lunghezza d'onda. Le curve di calibrazione sono state preparate utilizzando l'area del picco a 1034 cm^{-1} e confrontato con la tradizionale spettroscopia Raman. I risultati mostrano i vantaggi della tecnica, che includono limiti di rilevabilità inferiori, e il potenziale di questo metodo per quantificare la trigonellina negli alimenti.



ANALISI

Strumentazione: spettrometro portatile i-Raman Plus con eccitazione laser a 785 nm, range shift Raman $150\text{-}2800\text{ cm}^{-1}$, tempo di integrazione di 50 sec, 10 scansioni e portacuvette per liquidi con cammino ottico di 10 mm.

Campioni: soluzioni acquose trigonellina standard comprese tra 10,0 mM e 0,5 mM. Nanotriangoli d'oro modificati con acido mercaptopropionico e sospesi in acqua deionizzata (AuNTs).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Una soluzione di 250 mM di trigonellina è stata analizzata utilizzando la spettroscopia Raman convenzionale. Lo spettro dentro la **Figura 1** mostra un segnale intenso a 1034 cm^{-1} , corrispondente alla

modalità di respirazione dell'anello piridinico, che potrebbe essere utilizzata per monitorare la concentrazione di questo composto nell'acqua.

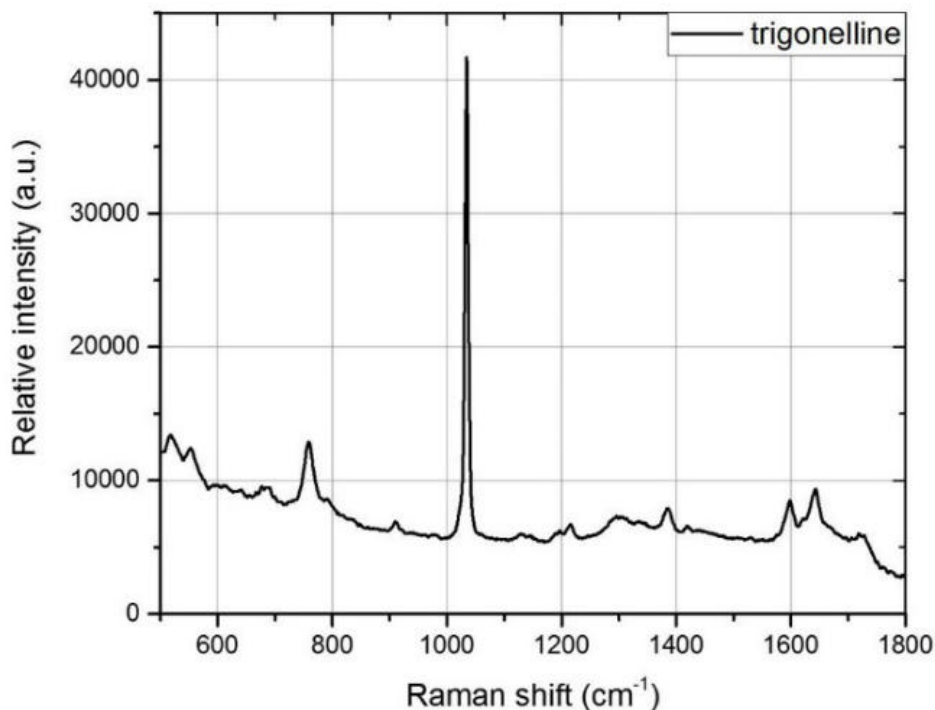


Figure 1. Spettro Raman della soluzione di trigonellina a 250 mM

RISULTATI E DISCUSSIONE

Quattro set indipendenti a cinque diverse concentrazioni sono stati analizzati nell'intervallo 0,5 mM e 10 mM mediante spettroscopia Raman convenzionale e SERS. Quest'ultimo richiede un passaggio aggiuntivo in cui i nanotriangoli d'oro modificati vengono miscelati con le soluzioni di trigonellina (trigonellina: nanotriangoli d'oro = 15:2) prima che i campioni vengano scansionati. In tutti i casi, il segnale forte osservato a 1034 cm^{-1} è stato monitorato e l'area del picco compreso nella finestra

spettrale $1010\text{-}1045\text{ cm}^{-1}$ è stata utilizzata per determinare la concentrazione dell'alcaloide. Sulla base dei risultati e delle curve di calibrazione (**figura 2**) è stato possibile osservare un miglioramento del rapporto segnale/rumore di SERS rispetto agli spettri Raman convenzionali a parità di condizioni sperimentali. I risultati mostrano che è possibile rilevare concentrazioni inferiori a 0,5 mM utilizzando questo metodo.

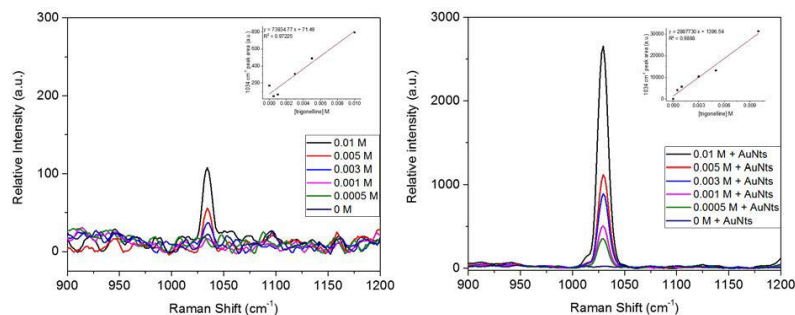


Figure 2. Spettri Raman di soluzioni di trigonellina senza nanotriangoli d'oro (a sinistra) e con nanotriangoli d'oro (a destra). Gli inserti mostrano le curve di calibrazione delle soluzioni di trigonellina utilizzando l'area del picco di 1034 cm⁻¹ all'interno di una finestra spettrale di 1010-1045 cm⁻¹.

In sintesi, descriviamo un metodo semplice per quantificare la presenza di trigonellina diluita nelle soluzioni utilizzando la spettroscopia Raman amplificata dalla superficie come strumento che

potrebbe potenzialmente migliorare il processo di controllo della qualità di prodotti alimentari come caffè e quinoa.

ULTERIORI LETTURE

Application Notes correlate

[Strumentazione Raman portatile per applicazioni SERS](#)

[Scelta della lunghezza d'onda laser più adatta](#)

[Analisi di oli commestibili mediante uno spettrometro Raman portatile](#)

Altri documenti correlati

[Raman vs SERS... Qual è la differenza?](#)

RINGRAZIAMENTI

Vorremmo ringraziare Angeline Saldana Ramos, Yulán Hernandez e la Prof. Betty C. Galarreta del Departamento de Ciencias – Sección Química,

Pontificia Universidad Católica del Perú per aver condiviso i risultati della ricerca.

RIFERIMENTI

1. Galarreta, BC; Hernandez, Y.; Saldana Ramos, A. "Sintesi e applicazione di nanotriangoli dell'oro e del nastro di un metodo di valutazione di un potenziale alcaloide terapeutico: la trigonellina" Dirección de Gestión de la Investigación (DGI-2016-352) PUCP.
2. Galarreta, BC; Maruenda, H. "Spettroscopio vibrazionale e risonanza magnetica nucleare e controllo del calibro di caffetteria organica peruano e caffetteria istantanea" Direzione di gestione della ricerca (DGI-2014-078) PUCP.
3. Aroca, R. "Spettroscopia vibrazionale di superficie" John Wiley & Figli, 2016.
4. Jaworska, A.; Malek, K.; Marzec, km; Baranska, M. "Nicotinamide e trigonellina studiati conspettroscopia FT-Raman con superficie migliorata" Spettroscopia vibrazionale (2012) 63,469-476.

CONTACT

Metrohm Italiana Srl
Via G. Di Vittorio, 5
21040 Origgio (VA)

info@metrohm.it

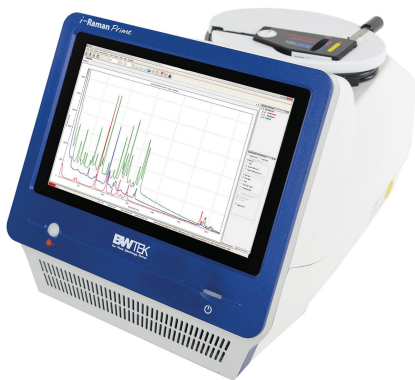
CONFIGURAZIONE



Spettrometro Raman portatile i-Raman Plus 785S

i-Raman® Plus 785S fa parte della nostra serie di spettrometri Raman portatili insignita di premi ed è dotata della nostra innovativa tecnologia spettrometrica intelligente. Questo spettrometro Raman portatile utilizza un sensore con array CCD ad elevata efficienza quantica, il raffreddamento termoelettrico e un intervallo dinamico elevato per garantire prestazioni eccezionali con il minimo rumore, anche in caso di tempi di integrazione che arrivano fino a 30 minuti. In questo modo è possibile misurare anche segnali Raman deboli.

Lo strumento i-Raman Plus 785S si caratterizza per la combinazione unica di ampia gamma spettrale ed elevata risoluzione con configurazioni che consentono di effettuare misure da 65 cm^{-1} a 3.350 cm^{-1} . La base piccola, la leggerezza e il consumo ridotto di energia permettono di eseguire analisi Raman dappertutto, a livello di ricerca. i-Raman Plus è dotato di sonda a fibra ottica per un campionamento facile ed è utilizzabile con un supporto per cuvette, un videomicroscopio, un tavolo scorrevole XYZ con supporto per sonda, nonché con il nostro software per l'analisi multivariata BWIQ® e il software per l'identificazione BWID®. Con lo strumento i-Raman Plus, avrete sempre una soluzione Raman ad alta precisione per l'analisi qualitativa e quantitativa.



Spettrometro Raman portatile i-Raman Prime 785S

i-Raman[®] Prime 785S è un sistema Raman integrato e completo, a ridotto rumore, con portata elevata, Tablet-PC incorporato e una sonda per campione con conduttore ottico. Questo spettrometro Raman portatile utilizza un sensore con array CCD ad elevata efficienza quantica, il raffreddamento termoelettrico (-25 °C) e un intervallo dinamico elevato, così da consentire di eseguire analisi Raman a livello di ricerca, incluse quantificazione e identificazione in tempo reale. La portata elevata garantisce spettri Raman con rapporto segnale-rumore eccezionale e consente di misurare processi rapidi e perfino i segnali Raman più deboli, così da riuscire a rilevare anche le minime differenze tra i campioni.

Oltre alla struttura pensata per analisi mobili, i-Raman Prime 785S è caratterizzato da una combinazione unica di intervallo spettrale ampio e risoluzione elevata, così da consentire misure da 150 cm⁻¹ fino a 3.350 cm⁻¹. i-Raman Prime è utilizzabile con batteria ricaricabile ed è facile da trasportare. Dunque è possibile eseguire analisi Raman di alta precisione e di grande valore, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, a livello di ricerca, a prescindere dal luogo in cui ci si trova. Il sistema è stato ottimizzato per l'impiego con la nostra tecnologia STRaman[®], per l'analisi attraverso imballaggi non trasparenti.



Sistema di campionatura Raman con videomicroscopio (785 nm)

Sistema di campionatura con videomicroscopio per l'impiego con le sonde Raman di B&W Tek per laboratorio e industria. Incluso un obiettivo con ingrandimento di 20 volte a una distanza di lavoro di 16 mm. Consente la regolazione fine e grossolana manuale sugli assi X, Y e Z, con illuminazione a LED coassiale per l'orientamento dell'obiettivo, videocamera per l'osservazione del campione e compatibile con obiettivi per microscopio standard. La sonda non è inclusa ed è disponibile separatamente. Configurazione da 785 nm.

BAC151C-785